

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-216425

(43)Date of publication of application : 27.08.1996

(51)Int.Cl.

B41J 2/175

(21)Application number : 07-030786

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 20.02.1995

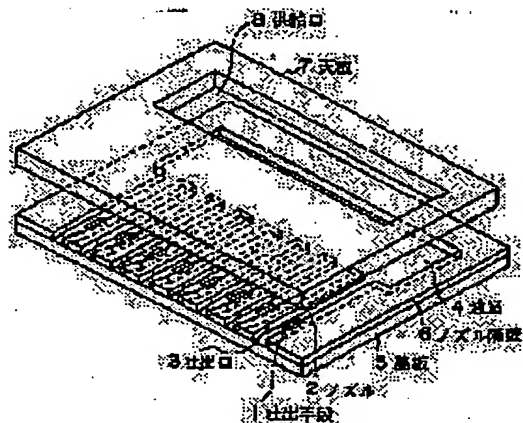
(72)Inventor : INADA GENJI

(54) INK JET RECORDING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To upgrade the printing quality and carry out the stabilized high speed printing by feeding ink of specified structural viscosity index provided with thixotropic modification working as viscosity from an ink source into an ink liquid chamber.

CONSTITUTION: Ink is fed from an ink source, passed through a feed opening 8 opened on a top plate 7 and fed into a liquid chamber 4, and then fed to respective nozzles 2. Ink fed therein is jetted out of a jet outlet 3. In that case, the power multiplication formula of the ink is $\eta = K \times (\text{shear rate})^{(n-1)}$ and when ink thixotropic properties are set approximately ((k) is (pseudoplasticity of viscosity)), thixotropic properties having the structural viscosity index (n) of 0.93 or under in the range of shear rate of 10-100 (1/s) and viscosity (η) of 10mPa.s or less at the shear rate of 500 (1/s) is provided. Ink of comparatively high viscosity can be jetted out stably by the arrangement, and/or the refilling time of ink into nozzles is shortened to carry out the high speed recording.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Two or more nozzles which had a regurgitation means in a nozzle and had a ZURI speed generating means in a nozzle between said regurgitation means and deliveries at least, And it has a liquid room to which it is open for free passage at these nozzles and nozzle edges, and ink is supplied from a source of ink. When viscosity of ink furthermore supplied to this liquid room approximates the thixotropy nature of ink by power law type: $\eta = k \times (\text{ZURI speed})^{(n-1)}$ (k is pseudoplasticity viscosity), An ink jet recording device with which a structural viscosity characteristic (n) is 0.93 or less, and ZURI speed is characterized by ZURI speed having thixotropy nature whose viscosity (η) is 10 or less mPa·s in 500 (1/s) in the range of 10-100 (1/s).

[Claim 2] An ink jet recording device according to claim 1 with which setting

out of a regurgitation means and a ZURI speed generating means is performed so that a part where ZURI speed of ink becomes more than 500 (1/s) at the time of actuation of a regurgitation means in a nozzle between a regurgitation means and a delivery and/or between a regurgitation means and a nozzle edge may occur.

[Claim 3] An ink jet recording device according to claim 1 or 2 with [have a ZURI speed generating means (A) in a nozzle between a regurgitation means and a delivery, and] a ZURI speed generating means (B) in a nozzle between a regurgitation means and a nozzle edge.

[Claim 4] An ink jet recording device according to claim 3 whose ZURI speed generating means (A) is the constriction configuration which the nozzle cross section reduced in the direction of a delivery.

[Claim 5] An ink jet recording device according to claim 3 whose ZURI speed generating means (A) is a flow-resistance element.

[Claim 6] An ink jet recording device according to claim 4 whose ZURI speed generating means (B) is the constriction configuration which the nozzle cross section reduced in the direction of a nozzle edge.

[Claim 7] An ink jet recording device according to claim 3 or 5 whose ZURI speed generating means (B) is the constriction configuration which the

nozzle cross section reduced in the direction of a nozzle edge.

[Claim 8] An ink jet recording device according to claim 3, 4, or 5 whose ZURI speed generating means (B) is a flow-resistance element.

[Claim 9] An ink jet recording device according to claim 6 whose relation between maximum (r1) of rate of change of the nozzle cross section between a delivery and a regurgitation means and maximum (r2) of rate of change of the nozzle cross section between a regurgitation means and a nozzle edge is $r1 > r2$.

[Claim 10] An ink jet recording device according to claim 1 or 2 with a ZURI speed generating means only in a nozzle between a regurgitation means and a delivery.

[Claim 11] An ink jet recording device according to claim 10 whose ZURI speed generating means is the constriction configuration which the nozzle cross section reduced in the direction of a delivery.

[Claim 12] An ink jet recording device according to claim 10 whose ZURI speed generating means is a flow-resistance element.

[Claim 13] An ink jet recording device given in any 1 term of claims 1-12 whose regurgitation means are heaters.

[Claim 14] An ink jet recording device given in any 1 term of claims 3-9 equipped with an oscillating means to

fluctuate the rate of flow of ink in a nozzle periodically near [ranging from a source of ink to a nozzle] the migration field of ink.

[Claim 15] An ink jet recording device according to claim 14 whose oscillating means is an electric machine conversion object.

[Claim 16] An ink jet recording device according to claim 14 whose oscillating means is a heater.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to an ink jet recording device.

[0002]

[Description of the Prior Art] An ink jet recording device is equipment which breathes out from a nozzle by making ink into a minute drop, and records an alphabetic character, a graphic form, etc., and has the advantage which was excellent as a means of the output of a very minute image, and high-speed printing. the miniaturization of equipment and the densification of an image are easy for especially the method (the heat ink jet record method) using bubble (air bubbles) ** generated with the electric thermal-conversion object (it expresses a "heater" below.) etc. -- etc. -- it has the feature (JP,61-59911,B).

[0003] As for printing by the ink jet

recording device, a dot is formed, when the drop of ink is made to reach the target in discharge and the record paper as a drop and the drop is fixed to the recording paper in ink. If the ordinary temperature dry ink accompanied by a phase change is removed, fixation will be dependent on osmosis on the recording paper, and evaporation of a volatile constituent. This fixation phenomenon influences the grace of printing very greatly. That is, if the time amount to fixation is long, ink spreads along with the fiber of paper, consequently the outline faded, namely, printing will become what has low edge sharpness. Moreover, in printing of a color picture, a blot (bleeding) of a color occurs in the contiguity section of the field of a different color. This method is not so desirable, although it is possible to enlarge osmosis of ink, and speed of evaporation and to shorten fixation time amount in order to improve printing grace to this problem. Because, when osmosis speed of ink is enlarged too much, since the color material of ink also becomes easy to permeate record Kaminaka, the concentration of printing will fall. Moreover, when the vapor rate of ink is enlarged too much, the danger of getting the nozzle of an ink jet recording device blocked increases.

[0004] Then, although fixation time amount is long to some extent, it considers using the ink of the

hyperviscosity of the value high the edge sharpness of printing and bigger as a system to which bleeding cannot happen easily than the ink viscosity (several mPa-s) of the ink jet recording device by which current practical use is carried out, and a several 10 mPa-s (for example, 10 - 50 mPa-s) degree.

[0005] In addition, the front face of utility value is [the ink of such hyperviscosity] high to the recorded material of a metal or resin.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, generally it is difficult to supply the ink which has the hyperviscosity of dozens mPa-s to a minute nozzle, and to make stability always breathe out (the 1st technical problem). In order to solve this problem, at the time of the regurgitation, viscosity is small, for example, it is number mPa-s, and after reaching the target in the record paper, viscosity is large, for example, the ink property which are dozens mPa-s should just be acquired. Various methods as shown below as a means for this are proposed.

[0007] Although there is a method using ordinary temperature dry ink which is indicated by JP,55-54368,A, this method has the problem of the structure of a recovery system becoming complicated rather than the case of ordinary temperature liquid ink.

[0008] Record ink and fixation

acceleration ink are made to breathe out independently, and the method of making both react in the record paper and promoting fixation is proposed (JP,61-249755,A). However, it is necessary to prepare the supply system of fixation acceleration ink separately, and there is a defect, like a user's burden increases further for management of the acceleration ink.

[0009] There is a method of reducing viscosity by heating the ink near the delivery at the time of record (JP,63-170038,A). However, this method promotes evaporation of the volatile constituent of the ink near the delivery simultaneously, and has the problem to which the presentation of ink is changed.

[0010] As the 2nd technical problem, hyperviscous ink is disadvantageous for high-speed record, in order for the refill speed to the nozzle after the regurgitation to fall according to the viscosity.

[0011] Although supply of ink is generally made according to the capillary force of a nozzle, technology, such as JP,56-129177,A, is applied, an oscillating means is formed in the supply system of ink, and how to move ink compulsorily by this can be considered. However, even if it makes ink only vibrate or ripple, unless a valve is prepared in a supply system, since the total ink flow rate per fixed time amount is almost fixed irrespective of the existence of an oscillation, it cannot

promote supply of ink.

[0012] Then, the object of this invention is offering the ink jet recording device in which high-speed printing by which solved the above-mentioned problem and printing grace's was stabilized highly is possible.

[0013]

[Means for Solving the Problem] this invention person completed this invention, as a result of repeating various examination, in order to solve the above-mentioned technical problem. Namely, two or more nozzles which this invention had a regurgitation means in a nozzle in the 1st, and had a ZURI speed generating means in a nozzle between said regurgitation means and deliveries at least, And it has a liquid room to which it is open for free passage at these nozzles and nozzle edges, and ink is supplied from a source of ink. When viscosity of ink furthermore supplied to this liquid room approximates the thixotropy nature of ink by power law type: $\eta = k \times (\text{ZURI speed})^{(n-1)}$ (k is pseudoplasticity viscosity), ZURI speed is related with an ink jet recording device with which a structural viscosity characteristic (n) is 0.93 or less, and ZURI speed is characterized by viscosity (η) having thixotropy nature which is 10 or less mPa·s in 500 (1/s) in the range of 10-100 (1/s).

[0014] In it, this invention equips the 2nd with an oscillating means fluctuate the

rate of flow of ink in a nozzle periodically near [ranging from a source of ink to a nozzle] the migration field of ink, and has a ZURI speed generating means (A) in a nozzle between a regurgitation means and a delivery, and relates to an ink-jet recording device of invention of the above 1st with a ZURI speed generating means (B) in a nozzle between a regurgitation means and a nozzle edge.

[0015] According to this invention, stability can be made to be able to breathe out ink of comparison-hyperviscosity which can acquire good image grace, or/and refill time amount of ink into a nozzle can be shortened, and high-speed record can be performed.

[0016] Hereafter, this invention is explained to details, referring to a drawing.

[0017] Drawing 1 is explanatory drawing showing one example of an ink jet arm head of an ink jet recording device of the 1st invention. On a substrate (5), electrode wiring which sends an electrical signal to a regurgitation means (1) is formed (un-illustrating), a nozzle septum (6) is arranged to this substrate (5), and a top plate (7) is joined. A liquid (it was open for free passage) room (4) connected at two or more nozzles (2) equipped with a regurgitation means (1) to form a bubble, by this, these nozzles, and a nozzle edge is formed. From a source of ink, ink goes into a liquid room (4)

through a feed hopper (8) by which the opening was carried out to a top plate (7), and, subsequently is supplied to each nozzle (2). Supplied ink is breathed out from a delivery (3).

[0018] Drawing 2 is a plan near the nozzle of an ink jet arm head shown in drawing 1, and its cross section. Between a regurgitation means (1) and a delivery (3) (it expresses "between OH" below.), a nozzle (2) has a constriction configuration which the nozzle cross section reduced towards the direction of a delivery (3). That is, it is a drawing configuration by taper. On the other hand, between a regurgitation means (1) and a nozzle edge (it expresses "between EH" below.), the inside of a nozzle is a straight configuration. In addition, ZURI speed generating means (B) to explain later, such as the change section of the nozzle cross section, may be established near a nozzle edge (near connection of a nozzle and a liquid room (4)). a size of each part of a nozzle -- delivery cross-section (So) = 200-1000micrometer², nozzle (cross-section Sr) = 200-3000micrometer² between EH(s), and distance [between OH(s)] (LOH) = 10-200 micrometers Area of distance (LEH) = 50-200micrometer between EH(s), Lo=0-60micrometer, Lf=10-180micrometer, and a regurgitation means = what is necessary is just to choose 600-5000 micrometers of size relation in consideration of balance

of ***** also including the viscosity property of ink in the range of 2.

[0019] In drawing 2, in order to carry out the regurgitation, using as a drop ink which has thixotropy nature, suitable structure is adopted between OH(s). Namely, by establishing a constriction configuration (ZURI speed generating means (A)) which the nozzle cross section reduced in the direction of a delivery in a nozzle between a regurgitation means (1) and a delivery (3) (between OH) A bigger ZURI speed is generated between OH(s), passage resistance by the viscosity of ink between OH(s) is made smaller to passage resistance of ink between EH(s) by this, and energy efficiency for regurgitation of a drop is raised.

[0020] As a ZURI speed generating means (A), a disturbance means of ink styles, such as a flow-resistance element and a mesh filter whose mesh configuration is not uniform, may be established instead of a constriction configuration (above-mentioned drawing 2) which the nozzle cross section reduced in the direction of a delivery. Moreover, these disturbance means and a constriction configuration which the nozzle cross section reduced in the direction of a delivery may be used together.

[0021] As a disturbance means of an ink style used instead of a constriction configuration which the nozzle cross section reduced in the direction of a

delivery, a flow-resistance element is desirable. As this flow-resistance element, the same configuration as LC element, a configuration (JP,60-204352,A) which prepared a member of a special configuration before a heater and/or in back are mentioned, for example.

[0022] Other examples of a constriction configuration which the nozzle cross section reduced in the direction of a delivery are shown in drawing 3. Since more rapid ZURI floating can be obtained if it is such a constriction configuration, it is suitable.

[0023] As an installation location of a ZURI speed generating means (A), as shown in drawing 2, installing near a delivery between OH(s) is desirable.

[0024] In this invention, a ZURI speed generating means may establish a ZURI speed generating means (A) and a ZURI speed generating means (B) in a nozzle of both sides between OH(s) and between EH(s), respectively. An example which prepared the change section (a ZURI speed generating means (A) and ZURI speed generating means (B)) of the nozzle cross section in a nozzle of both sides between OH and between EH(s) at drawing 4 is shown. A ZURI speed generating means (A) is the same as that of the above-mentioned, and a ZURI speed generating means (B) is the constriction configuration which the nozzle cross section reduced in the direction of a nozzle edge. In this case, it

is desirable to set up more greatly than the rate of change $r2$ ($=|1-Sc/Sr|/(LEH-Lr)$) of the nozzle cross section the rate of change $r1$ ($=|1-So/Sf|/(LOH-Lf-Lo)$) of the nozzle cross section between OH(s) ($r1 > r2$). Since bigger ZURI floating than between EH occurs between OH(s) by this, a bigger rate is used among generated bubble ** for regurgitation of a drop. In addition, So, Sf, Sc, and Sr are the nozzle cross sections, respectively, and LOH and LEH are the length of a nozzle between a delivery and a heater and between a heater and a nozzle edge, respectively. In such structure, in case the refill of the ink is carried out into a nozzle after regurgitation of a drop, in near the nozzle edge in which a ZURI speed generating means (B) was formed (near the inlet connection of a nozzle and a liquid room), ZURI floating arises in ink. Consequently, viscosity of ink falls and a refill of ink is performed promptly.

[0025] In addition, a ZURI speed generating means (B) may establish a disturbance means of ink styles, such as a flow-resistance element and a mesh filter whose mesh configuration is not uniform, instead of a constriction configuration which the nozzle cross section reduced in the direction of a nozzle edge. Moreover, these disturbance means and a constriction configuration which the nozzle cross section reduced in the direction of a nozzle edge may be used

together. In addition, as a disturbance means of an ink style, a flow-resistance element is desirable.

[0026] As an installation location of a ZURI speed generating means (B), as shown in drawing 4, installing near a nozzle edge between EH(s) is desirable.

[0027] In order to generate a suitable ZURI speed in a field in a nozzle to which it was restricted from a delivery (3) to a nozzle edge, it is necessary to choose a desirable configuration of a configuration in a nozzle in consideration of the following points. (i) Magnitude of energy imparted to ink by regurgitation means, thixotropy nature of a velocity distribution in ink drift velocity at the time of a refill at the time of regurgitation by said energy imparted, and a nozzle at the time of a refill at the time of regurgitation by said (iii) energy imparted, and (ii) (iv) ink (it approximates by the below-mentioned formula (I)). For example, what is necessary is just to choose rate of change of the nozzle cross section to a main flow direction of ink so that a suitable ZURI speed suitable for thought of this invention may occur as mentioned above.

[0028] Regurgitation of ink is performed by pressure (it expresses "bubble ***" below.) which a bubble formed by regurgitation means (1) gives to ink. In order to perform practical ink jet record according to examination of an artificer, as for a configuration in the

above-mentioned nozzle, it is desirable to set up so that a part where a pressure of the direction of a delivery of this bubble **, i.e., ZURI speed of ink by discharge pressure, becomes more than 500 (1/s) may occur. It is more than 800 (1/s) preferably, and is more than 1000 (1/s) more preferably.

[0029] As for setting out of a regurgitation means (1), it is desirable to set up so that a part where ZURI speed of ink becomes more than 500 (1/s) in a configuration in the above-mentioned nozzle with a pressure (discharge pressure) of the direction of a delivery of bubble ** may occur. It is more than 800 (1/s) preferably, and is more than 1000 (1/s) more preferably. For example, it is desirable to set a discharge pressure as about 5 or more MPas by heat ink jet method (method using a heater as a regurgitation means). Bubble ** carries out a short-time (0.1-2s) operation extremely at ink in a nozzle, and makes ink flow in the direction of a delivery, and the direction of a liquid room. At this time, with a practical ink jet arm head, the maximum ink rate of flow in a nozzle is a 0.01 - 10.0 m/s degree or more than it, and a part where ZURI speed of ink becomes more than 500 (1/s) generates it within a nozzle.

[0030] As for grant time amount to ink of bubble **, it is desirable that it is a short time because of improvement in the speed of record, and stabilization.

Especially in a heat ink jet method, it is desirable that it is a short time. Specifically, about 0.1-2s is suitable.

[0031] What is necessary is just to set up a configuration and an actuation method of a regurgitation means suitably, in order to set up bubble ** as mentioned above.

[0032] An electric thermal-conversion object (heater) of a regurgitation means (1) is desirable.

[0033] Ink used for an ink jet recording device of this invention needs to have comparatively high viscosity in the condition that ink reached a record medium and ZURI speed fell. When ZURI speed is below 0.01 (1/s), 15 or more mP-s is suitable, and, specifically, should just be 50 or more mP-s more preferably 20 or more mP-s.

[0034] Moreover, a non-Newtonian viscosity property and ink which specifically has thixotropy nature are used for an ink jet recording device of this invention. Namely, a power-law type: When the thixotropy nature of ink is approximated by $\eta = k \times (\text{ZURI speed})^{(n-1)}$ (k is pseudoplasticity viscosity), ZURI speed uses ink in which a structural viscosity characteristic (n) is 0.93 or less, and ZURI speed has thixotropy nature whose viscosity (η) is 10 or less mPa-s in 500 (1/s) in the range of 10-100 (1/s).

[0035] In this invention, ZURI speed can approximate the suitable thixotropy

nature of ink for ink jet record by power law formula of a formula (I) in the range of 10-100 (1/s) at least.

[0036] In an ink jet recording device of this invention, in order to obtain a practical discharge condition of ink, in 500 (1/s), as for an ink property, ink viscosity (η) needs to fall [ZURI speed] to 10 or less mPa·s. They are 5 or less mPa·s preferably. Moreover, in order to maintain grace of printing, an ink property that ZURI speed is [a structural viscosity characteristic (n)] 0.93 or less in the range of 10-100 (1/s) is [in / in addition to the further above-mentioned conditions / a formula (I)] required according to examination of this invention person. It is 0.80 or less more preferably 0.90 or less. In addition, rapid lowering of viscosity is realizable at the time of regurgitation, so that a structural viscosity characteristic (n) is small.

[0037] In case a structural viscosity characteristic (n) of a formula (I) is specified, limiting ZURI speed to the range of 10-100 (1/s) is based on the following reason. Namely, in the range below 10-2 (1/s) or more than 105 (1/s), as for suitable ink for this invention, it was found out that viscosity is fixed at a value which is respectively different substantially. For this reason, it is difficult to approximate all viscosity change in the range of 10-2-105 (1/s) by the (I) formula. moreover, ink suitable on the other hand for this invention --

system of coordinates of drawing 13 -- the range of 1-1000 (1/s) -- almost -- a linear -- viscosity -- decreasing -- further -- it was found out in 10-100 (1/s) that it can approximate by formula (I). For this reason, the thixotropy nature of suitable ink for this invention can be specified by deciding a structural viscosity characteristic (n) of a formula (I) in the range of 10-100 (1/s).

[0038] An effect which a viscosity down of ink by thixotropy nature gives to regurgitation of a drop is explained using drawing 5. When carrying out the regurgitation of the ink which has thixotropy nature, a bubble (9) occurs by actuation of a regurgitation means (1), and ink is breathed out by bubble ** at this time (drawing 5 (a)). Ink which does not have thixotropy nature on the other hand (it has a newtonian viscosity, and when ZURI speed is remarkable and small, it has viscosity comparable as the aforementioned ink.) Since ***** of ink is large and that resistance does not fall, a minute bubble generated in connection with a bubble (9) stops in a nozzle, these bubbles coalesce in connection with a repeat of the regurgitation, a fixed bubble (10) is formed, and this fixed bubble absorbs bubble ** (drawing 5 (b)). Consequently, stable regurgitation is no longer performed. In addition, a phenomenon of drawing 5 (b) is generated when an ink presentation consists for example, of a diethylene glycol, color

material (color), and water (ink R).

[0039] As a material (thixotropy nature grant agent) which gives suitable structural viscosity to ink in this invention, water-soluble cellulose, such as natural polysaccharide and its derivative, a tamarind, tamarind seed polysaccharide, guar gum, xanthan gum, JURANGAMU, sodium alginate, a bentonite, a silica particle, the amount polyacrylamide of macromolecules, the amount polyethylene glycol of macromolecules, and hydroxyethyl cellulose, etc. are mentioned, for example. Moreover, ink may be made to contain by making silicon resin etc. into a microemulsion condition.

[0040] A presentation of ink of this invention consists of the above-mentioned thixotropy nature grant agent, color material, water, an addition assistant, etc. these presentation ratios -- a thixotropy nature grant agent -- :0.01-2.0 % of the weight, color-material:0.3-10.0 % of the weight, and water solubility organic solvent: -- 5 - 50 % of the weight, water:50-95 % of the weight, and addition assistant:0.01-2.0 % of the weight are suitable.

[0041] As a color used for ink of this invention, there are direct dye, acid dye, a food color, basic dye, reactive dye, vat dye, etc. These colors are used for ink of this invention on conditions which homogeneity was made to dissolve in data medium which makes water a

subject. Also in these colors, in order to apply to ink for ink jet recording devices from the former, especially the acid dye, direct dye, and basic dye currently manufactured by high grade are desirable. As concrete matter Acid red 6, acid red 8, acid red 14, acid red 27, acid red 35, acid red 37, acid red 42, acid red 52, acid red 73, acid red 89, acid red 97, acid red 154, The direct red 9, the direct red 31, the direct red 79, the direct red 80, the direct red 81, the direct red 225, the direct red 227, the acid yellow 23, the acid yellow 43, the direct yellow 12, The direct yellow 44, the acid blue 9, the acid blue 59, the acid violet 49, direct blue 6, the direct blue 86, the direct blue 199, the acid black 26, the direct black 32, direct black 38, The direct black 51, the direct black 74, the direct black 154, the direct black 168, the direct black 171, the direct black 19, the hood black 2, and hood black 1 grade are mentioned. Two or more sorts may be mixed and used for these colors. In order to use for ink for ink jet recording devices in addition to these colors, of course, a newly compounded color is also applicable.

[0042] As a carbon black pigment (C. I. Pigment Black 7) used for ink of this invention No.2300, No.900, MCF-88, No.33, No.40, No.45, No.52, MA7, MA8 and MA100, No.2200B (the above is the Mitsubishi Kasei make), Raven700, Raven5750, Raven5250, Raven5000, Raven3500, Raven1255 (the above is

made in Colombia), Regal400R, Regal330R, Regal660R, Mogul L, Monarch700, Monarch800, Monarch880, Monarch900, Monarch1000, Monarch1100, Monarch1300, Monarch1400 (the above is the Cabot make), Color Black FW1, ColorBlackFW2, Color Black FW2V, Color Black FW18, Color Black FW200, Color BlackS150, Color Black S160, Color Black S170, Printex35, Printex U, Printex V, Printex140U, Printex140V, Special Black6 and Special Black5, Special Black4A, Special Black4 (the above is the Degussa make), etc. are mentioned. As a pigment used for yellow ink C. I. Pigment Yellow12, C.I. Pigment Yellow13, C.I. Pigment Yellow14, C.I. Pigment Yellow16, C.I. Pigment Yellow17, and C.I. Pigment Yellow73 and C.I. Pigment Yellow74 and C.I. Pigment Yellow75 and C.I. Pigment Yellow83 and C.I. Pigment Yellow108, C.I. Pigment Yellow109, C.I. Pigment Yellow110, C.I. Pigment Yellow180, and C.I. Pigment Yellow182 grade are mentioned. As a pigment used as Magenta ink, C.I. Pigment Red5, C.I. Pigment Red7, C.I. Pigment Red12, C.I. Pigment Red112, C.I. Pigment Red122, C.I. Pigment Red123, C.I. Pigment Red168, C.I. Pigment Red184, and C.I. Pigment Red202 grade are mentioned. As a pigment used as cyanogen ink, C.I. Pigment Blue1, C.I. Pigment Blue2, C.I. Pigment Blue3, C.I. Pigment Blue15:3, C.I. Pigment Blue16, C.I. Pigment Blue22,

C.I. Pigment Blue60, C.I. Vat Blue4, and C.I. Vat Blue60 grade are mentioned. When red, green, blue, and neutral colors above else are needed, it is desirable for it to be independent, or to mix the following pigments, and to use. As a pigment which is used in the above-mentioned case C. I. Pigment Red209, C.I. Pigment Red224, C.I. Pigment Red177, C.I. Pigment Red194, C.I. Pigment Orange43, and C.I. Vat Violet3 and C.I. Pigment Violet19, C.I. Pigment Green36, C.I. Pigment Green7, C.I. Pigment Violet23, C.I. Pigment Violet37, and C.I. Pigment Blue15:6 grade is mentioned.

[0043] As a water-soluble usable organic solvent, in ink of this invention As a solvent excellent in moistness, ethylene glycol, a diethylene glycol, Triethylene glycol, tripropylene glycol, a glycerol, 1, 2, 4-butane triol, 1 and 2, 6-hexane triol, 1, 2, 5-pentanetriol, 1, 2-butanediol, 1,3-butanediol, 1,4-butanediol, dimethyl sulfoxide, diacetone alcohol, Glycerol monoallyl ether, propylene glycol, a butylene glycol, A polyethylene glycol 300, thiodiglycol, a N-methyl-2-pyrrolidone, 2-pyrrolidone, gamma-butyrolactone, 1,3-dimethyl-2-imidazolidinone, Sulfolane, trimethylol propane, trimethylolethane, neopentyl glycol, Ethylene glycol monomethyl ether, ethylene glycol monoethyl ether, Ethylene glycol mono-isopropyl ether, ethylene glycol monoallyl ether, The diethylene-glycol monomethyl ether,

diethylene glycol monoethyl ether, The triethylene glycol monomethyl ether, the triethylene glycol monoethyl ether, Propylene-glycol-monomethyl-ether, dipropylene-glycol-monomethyl-ether, beta-dihydroSHIECHIRU urea, urea, acetonylacetone, pentaerythritol, 1, and 4-cyclohexane diol etc. is mentioned. As a solvent excellent in permeability, moreover, hexylene glycol, the ethylene glycol monopropyl ether, Ethylene glycol monobutyl ether, the ethylene glycol mono-isobutyl ether, Ethylene glycol monophenyl ether, diethylene-glycol diethylether, The diethylene-glycol monobutyl ether, the diethylene-glycol mono-isobutyl ether, The triethylene glycol monobutyl ether, triethylene glycol wood ether, Triethylene glycol diethylether, tetraethylene glycol wood ether, Tetraethylene glycol diethylether, the propylene glycol monobutyl ether, Dipropylene glycol monomethyl ether, the dipropylene glycol monopropyl ether, The dipropylene glycol monobutyl ether, tripropylene glycol monomethyl ether, Glycerol monoacetate, glycerol diacetate, triacetin, Ethylene glycol monomethyl ether acetate, diethylene-glycol monomethyl ether acetate, A cyclohexanol, 1, 2-cyclohexane diol, 1-butanol, 3-methyl-1,5-pentanediol, 3-hexene -2, 5-diol, 2, 3-butanediol, 1,5-pentanediol, 2, 4-pentanediol, 2, and 5-hexandiol etc. is mentioned.

[0044] As an addition assistant used for

ink of this invention, there are a surfactant, antiseptics, pH regulator, a defoaming agent, an antioxidant, etc.

[0045] Next, an ink jet recording device of the 2nd invention is explained. An ink-jet recording device of the 2nd invention is equipped with an oscillating means fluctuate the rate of flow of ink in a nozzle periodically near [ranging from a source of ink to a nozzle] the migration field of ink, and has a ZURI speed generating means (A) in a nozzle between a regurgitation means and a delivery, and is an ink-jet recording device of the 1st invention with a ZURI speed generating means (B) in a nozzle between a regurgitation means and a nozzle edge.

[0046] One example of an ink jet arm head of an ink jet recording device of the 2nd invention and an oscillating means is shown in drawing 6 and drawing 7. In drawing 6, an ink jet arm head is the same structure as what was shown in drawing 1 except for structure inside a nozzle, and installs an oscillating means (11) in a top plate (7) of the upper part of a liquid room (4). This oscillating means (11) joins an oscillating element (12) through a diaphragm (13). As for an installation location of an oscillating means (11), in the 2nd invention, it is desirable to install in a top plate (7) of the upper part of a liquid room (4) of an ink jet arm head. A desirable installation location of an oscillating means is shown in drawing 7. Thereby, ink passes

through a liquid room field of the lower part of an oscillating means (11), subsequently passes through a liquid room (4) and inlet connection with a nozzle (2), and advances into a nozzle.

[0047] An oscillating means (11) has an electric machine conversion object or a desirable heater (it differs from a heater of a regurgitation means.).

[0048] As an electric machine conversion object, piezo-electric elements, such as a laminating ceramic, etc. are mentioned, for example.

[0049] Furthermore, the 2nd invention is equipped with at least one ZURI speed generating means (B) between a regurgitation means and a nozzle edge (between EH). It is desirable to establish between EH(s) a constriction configuration which the nozzle cross section reduced in the direction of a nozzle edge as a ZURI speed generating means (B). For example, as shown in drawing 4 mentioned above, it is desirable to prepare both sides between OH and between EH(s) the change section of the nozzle cross section. In this case, rate of change $r1$ (it is necessary to set up $=|1-S_o/S_f|/(LOH-L_f-L_0)$ more greatly than the rate of change $r2$ ($=|1-S_c/S_r|/(LEH-L_r)$) of the nozzle cross section ($r1 > r2$) of the nozzle cross section between OH(s). Since bigger ZURI floating than between EH occurs between OH(s) by this, a bigger rate than that of bubble ** is used for regurgitation of a

drop. In addition, S_o , S_f , S_c , and S_r are the cross sections of a nozzle, respectively, and LOH and LEH are the length of a nozzle between a delivery and a heater and between a heater and a nozzle edge, respectively.

[0050] A ZURI speed generating means (B) may establish a disturbance means of ink styles, such as a flow-resistance element and a mesh filter whose mesh configuration is not uniform, instead of a constriction configuration which the nozzle cross section reduced in the direction of a nozzle edge. Moreover, these disturbance means and a constriction configuration which the nozzle cross section reduced in the direction of a nozzle edge may be used together. In addition, as a disturbance means of an ink style, a flow-resistance element is desirable.

[0051] As an installation location of a ZURI speed generating means (B), as shown in drawing 4, installing near a nozzle edge between EH(s) is desirable.

[0052] In the above structure, in case the refill of the ink is carried out into a nozzle after regurgitation of a drop, in near the nozzle edge in which a ZURI speed generating means (B) was formed (near the inlet connection of a nozzle and a liquid room), ZURI floating arises in ink. Consequently, viscosity of ink falls and a refill of ink is performed promptly.

[0053] Next, actuation of an ink jet recording device of the 2nd invention is

explained using drawing 8 and drawing 9. Drawing 8 is explanatory drawing having shown a vibrational state of ink by ON/OFF actuation of an oscillating means. Drawing 9 is explanatory drawing having shown aging of the amount of meniscus back spaces of a delivery after drop regurgitation. Also in time-sharing actuation described later, it is applicable, although a case where two or more regurgitation means are simultaneously driven at intervals of vibration frequency f_{op} is shown in order to simplify explanation.

[0054] In drawing 8, an oscillating means (11) is synchronized with timing (for example, $f_{op}=0.5\text{kHz}$) of ON/OFF actuation of a regurgitation means (1) with a predetermined phase, and performs actuation control. When an oscillating means is an electric machine conversion object, an oscillating means sets up ink of the liquid interior of a room through a top plate (7) so that it may flow by sine wave mostly with a period of about 4kHz.

[0055] If a driving signal is impressed to a regurgitation means (1), a drop will carry out the regurgitation. Then, if an oscillating means (11) is driven to timing of drawing 8, the heavy tone of the oscillation will be carried out by nozzle capillary force in the style of the other ink into a nozzle after regurgitation, and this ink style will turn into pulsating flow. Actuation of an oscillating means is

performed repeatedly [of a short pulse for 1 - 10 microseconds], and an oscillation of ink as shown in drawing 8 at the time of non-regurgitation (at the time of OFF of a regurgitation means) occurs. In addition, although an oscillating means is not driven simultaneously with impression (actuation of a regurgitation means) of a regurgitation signal in drawing 8, this is for avoiding effect on a drop configuration by meniscus oscillation at the time of drop formation.

[0056] When not driving an oscillating means (11), aging of the amount of meniscus back spaces of a delivery after drop regurgitation is carried out like drawing 9 (a). When an oscillating means is made to drive as mentioned above on the other hand and an ink style at the time of a refill is made to ripple, as shown in drawing 9 (b), a refill in a short time becomes more possible.

[0057] A generating mechanism of the above-mentioned effect that refill time amount is shortened can be explained as follows. Although ZURI floating occurs in ink in inlet connection of a liquid room and a nozzle at the time of a refill of ink, ZURI speed in this inlet connection increases further by making a flow of ink ripple compulsorily at this time. Consequently, a viscosity down of ink by thixotropy nature is accelerated, ***** at the time of a refill decreases, and a refill is attained promptly. Moreover,

although it is possible that this viscosity lifting serves as a failure of a refill just before initiation of a refill when not establishing an oscillating means since an ink style stops and ink viscosity rises up to about 30 mPa·s locally, according to the oscillating means of this invention, ink viscosity can be reduced and a refill can be started compulsorily.

[0058] As for setting out of an oscillating means, it is desirable to set up so that a part where ZURI speed of ink becomes ink more than with 500 (1/s) by giving an oscillation at the time of ink supply for a nozzle from a source of ink may be generated. It is more than 800 (1/s) preferably, and is more than 1000 (1/s) more preferably. As long as an oscillation given to ink fluctuates periodically the rate of flow of ink in the generating section of ZURI speed, it may be except a sine wave-like oscillation. Moreover, if timing of actuation of an oscillating means can disregard effect on a drop configuration by meniscus oscillation of a delivery accompanying actuation of an oscillating means, it may drive an oscillating means to actuation and coincidence of a regurgitation means, or may drive an oscillating means after the very short passage of time after actuation which is a regurgitation means.

[0059] An example which divides two or more regurgitation means into 4 blocks, and performs time-sharing actuation is shown in drawing 10. In order to give

pulsation to ink also in block [which], it is desirable to make drive frequency (f1) of an oscillating means into $f1 > fop \times Nb$ (for Nb to be the block count). For formation of a still more stable drop, it is desirable to fill the following formula (II) in order to arrange regurgitation of a drop and a phase of pulsation also in block [which].

[0060] $f1 = i \times fop \times Nb$ (II)

Nb is the block count and i is two or more integers.

[0061] When ***** of a supply way from a source of ink (14) to an ink jet arm head is small, an installation location of an oscillating means (11) may install an oscillating means (11) in a source of ink (14) on the supply way, when attenuation of an ink oscillation is small. For example, as shown in drawing 11, when an ink tank (source of ink (14)) is soon connected with an ink jet arm head, a miniaturization and miniaturization of equipment are attained by forming an oscillating means (11) in an ink tank (source of ink (14)).

[0062] Moreover, an oscillating means may be established near each nozzle as other installation locations of an oscillating means, respectively. For example, in drawing 12, one heater as an oscillating means is arranged near [each] the inlet connection of each nozzle and a liquid room, respectively. At this time, a heater as an oscillating means may not be the structure of being equal to

high-speed actuation that what is necessary is just to perform actuation of one oscillating means corresponding to supply of ink to one nozzle. In addition, with structure like drawing 12, Nb of a formula (II) should just be taken as the number of actuation blocks on which one oscillating means should act pulsation.

[0063]

[Example] Hereafter, although an example explains this invention further, this invention is not limited to these.

[0064] As shown in example 1 drawing 2, the structure in a nozzle was formed, and the heat ink jet arm head shown by drawing 1 was produced, using a heater as an oscillating means (1). That is, between the heater as a regurgitation means (1), and a delivery (3) (between OH), a nozzle has the constriction configuration which the nozzle cross section reduced towards the direction of a delivery. That is, it is a drawing configuration by the taper. On the other hand, between a regurgitation means (1) and a nozzle edge (between EH), the inside of a nozzle (2) is a straight configuration. Length (LOH) = 80micrometer between cross-section (So) = 400micrometer² whose size of each part is a delivery, nozzle (cross-section Sr) = 2000micrometer² between EH(s), and OH, length (LEH) = 150micrometer between EH(s), Lo=12, Lf=60, area of a heater = 3700 micrometers was set to 2.

[0065] The ink used by this example was

considered as the following presentation as ink A.

[0066]

Ink A:KELZAN T The 0.03 sections (Sanyo Chemical Industries xanthan gum)

Direct blue 199 2.8 Section Diethylene glycol 22.1 Section Water 75.1 The non-Newton property (thixotropy nature) of section ink A is shown in drawing 13. When ZURI floating is small enough, the viscosity of Ink A is about 30 mPa·s. On the other hand, when ZURI floating of 1000-10000 (1/s) is given, the viscosity is about two to 3 mPa·s. Such thixotropy nature can be approximated by the formula (I). In drawing 13, the n value of a formula (I) was 0.67 in the range of ZURI speed (10-1000 (1/s)) in which viscosity changes suddenly.

[0067] in addition, drawing 13 -- setting -- ZURI speed -- the range below 0.1 (1/s) or more than 10000 (1/s) -- the inclination of the viscosity characteristic curve of Ink A -- loose -- namely, a structural viscosity characteristic (n) -- 1.0 -- near -- becoming -- the characteristic (n) of 10-1000 (1/s) -- size -- it is a **** thing value. Since the point of this invention is using the property ink viscosity's falling substantially, to the increment in ZURI speed, it is important for limiting to what has the viscosity property that the inclination becomes large notably to buildup of ZURI speed about the ink to apply like the viscosity

characteristic curve of drawing 13.

[0068] The heater was set up so that the discharge pressure by bubble ** might be set to 5 or more MPas. In this example, since the drop of about 40 pl(s) (pico liter) breathed out at the flight speed of 8 m/s to every 500 (microsecond), in the [the medial axis of a nozzle, and near / each / the nozzle wall] field, it was guessed at estimate that the ZURI speed of the ink produced in a nozzle in the case of drop formation and a refill was the about 1000 (1-/s) above. Therefore, it is falling from drawing 13 to that the viscosity of Ink A is equivalent to the viscosity 2 of the ink usually used - 5 mPa·s, or less than [it], and stability, prompt drop formation, and a refill are possible. Consequently, stable high-speed printing was possible and printing was highly defined.

[0069] It recorded by producing an ink jet recording device like an example 1 except having replaced example 2 ink A with the ink B which has the following presentations. As a result, the same effect as an example 1 was acquired.

[0070]

Ink B: Aerosil 300 2 Section (silica particle made from Japanese Aerosil)
Direct yellow 86 The 2.5 sections
Ethylene glycol 20 Section Water 76 It recorded by producing an ink jet recording device like an example 1 except having replaced section example 3 ink A with the ink C which has the following presentations. As a result, the same effect

as an example 1 was acquired.

[0071]

Ink C : A bentonite The 1.5 sections The direct black 17 The 2.3 sections N-methyl pyrrolidone 15 Section Ethylene glycol 15 Section Water As shown in 66.2 section examples 4 drawing 4, the structure in a nozzle was formed, and the heat ink jet arm head shown by drawing 1 was produced, using a heater as an oscillating means (1). That is, the change section of the nozzle cross section was prepared for the both sides between OH and between EH(s). In this case, the rate of change $r1 (=|1 \cdot So/Sf|/(LOH \cdot Lf \cdot Lo))$ of the nozzle cross section between OH(s) was set up more greatly than the rate of change $r2 (=|1 \cdot Sc/Sr|/(LEH \cdot Lr))$ of the nozzle cross section. In addition, So, Sf, Sc, and Sr are the cross sections of a nozzle, respectively, and were set to $So=360\text{micrometer}^2$, $Sf=1600\text{micrometer}^2$, $Sr=1600\text{micrometer}^2$, and $Sc=500\text{micrometer}^2$, respectively. Moreover, LOH and LEH are the length of the nozzle between a delivery and a heater and between a heater and a nozzle edge, respectively, and could be $LOH=40\text{micrometer}$ and $LEH=50\text{micrometer}$, respectively. As other length, they could be $Lo=10\text{micrometer}$, $Lf=15\text{micrometer}$, and $Lr=20\text{micrometer}$. The configuration of a heater presupposed that it is the same as that of an example 1, and 2400 micrometers of heater area were set to 2.

[0072] The oscillating means (11) was installed in the above-mentioned ink jet arm head, as shown in drawing 6 and drawing 7. This oscillating means (11) joins an oscillating element (12) through a diaphragm (13). The installation location of this oscillating means (11) was joined to the top plate (7) of the liquid room upper part of an ink jet arm head. At this time, ink passes through the liquid room field of the lower part of an oscillating means (11), subsequently passes through a liquid room (4) and inlet connection with a nozzle (2), and advances into a nozzle.

[0073] The electric machine conversion object was used as an oscillating means (11).

[0074] The ink A which has thixotropy nature was used as record liquid.

[0075] Actuation of the ink jet recording device of this example was performed as shown in drawing 8 and drawing 9. Drawing 8 is explanatory drawing having shown the vibrational state of the ink by ON/OFF actuation of an oscillating means. The case where two or more regurgitation means are simultaneously driven at intervals of vibration frequency fop is shown. Drawing 9 is explanatory drawing having shown aging of the amount of meniscus back spaces of the delivery after the drop regurgitation.

[0076] The oscillating means (11) was synchronized with the timing (fop=0.5kHz) of ON/OFF actuation of the

heater which is a regurgitation means (1) with the predetermined phase, and performed actuation control (drawing 8). Through the top plate (7), the oscillating means (11) set up the ink of the liquid interior of a room so that it might flow by the sine wave mostly with the period of about 4kHz (drawing 8).

[0077] If a driving signal is impressed to a regurgitation means (1), a drop will carry out the regurgitation. Then, if an oscillating means (11) is driven to the timing of drawing 8, the heavy tone of the oscillation will be carried out by nozzle capillary force in the style of the other ink into a nozzle after the regurgitation, and this ink style will turn into pulsating flow. Actuation of an oscillating means was performed repeatedly [of the short pulse for 1 · 10 microseconds], and the oscillation of ink as shown in drawing 8 at the time of the non-regurgitation (at the time of OFF of a regurgitation means) occurred.

[0078] When not driving an oscillating means (11), aging of the amount of meniscus back spaces of the delivery after the drop regurgitation was carried out like drawing 9 (a). When an oscillating means was made to drive as mentioned above on the other hand and the ink style at the time of a refill was made to ripple, as shown in drawing 9 (b), the refill in a short time became more possible. The refill time amount at the time of driving an oscillating means was about 1.3 ·

1.5ms, and the refill time amount when not driving an oscillating means was about 1.8 : 1.9ms. High-speed printing stabilized by this was attained, and printing was highly defined.

[0079] Further two or more regurgitation means were divided into 4 blocks using the equipment of this example, and time-sharing actuation was performed. The explanatory drawing is shown in drawing 10. In order to give pulsation to ink also in block [which], the drive frequency (f1) of an oscillating means was set up so that $f1 > f_{opxNb}$ (Nb is the block count) might be suited. Furthermore, f1 was set up so that a formula (II) might be filled in order to arrange the regurgitation of a drop, and the phase of pulsation also in block [which]. Stable high-speed printing was possible like the aforementioned case, and printing was highly defined.

[0080]

[Effect of the Invention] The 1st ink jet recording device of this invention has low viscosity to the degree to which the regurgitation is easily performed at the time of drop formation, after a drop reaches the target in the record paper, the viscosity property of ink with high viscosity is acquired by the degree which floating of bleeding or the ink which is not desirable does not produce, and the high record of printing grace is attained.

[0081] The 2nd ink jet recording device of this invention is giving pulsation to ink

at the time of the ink supply for a nozzle from the source of ink, reduces the average viscosity under floating of ink by thixotropy nature, and can reduce ***** of a supply system. The time amount which the refill of the ink into a nozzle takes to this is shortened, and more nearly high-speed record is attained.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is explanatory drawing having shown one example of the ink jet arm head of the ink jet recording device of this invention.

[Drawing 2] Drawing (a) is a plan near the nozzle of the ink jet arm head shown in drawing 1 (except for a top plate (7)), and drawing (b) is an A-A line cross section of drawing (a).

[Drawing 3] Drawing (a) is a plan (except for a top plate (7)) having shown the nozzle dimensions of the ink jet recording device of this invention, and drawing (b) is an A-A line cross section of drawing (a).

[Drawing 4] Drawing (a) is a plan (except for a top plate (7)) having shown the nozzle dimensions of the ink jet recording device of this invention, and drawing (b) is an A-A line cross section of drawing (a).

[Drawing 5] It is explanatory drawing having shown the effect which the viscosity down of the ink by thixotropy nature gives to the regurgitation of a drop.

[Drawing 6] It is explanatory drawing

having shown one example of the ink jet arm head of the ink jet recording device of the 2nd invention, and an oscillating means.

[Drawing 7] In the ink jet recording device of the 2nd invention, it is the A-A line cross section of drawing 6 having shown the desirable installation location of an oscillating means (11).

[Drawing 8] In the ink jet recording device of the 2nd invention, it is explanatory drawing having shown the vibrational state of the ink by ON/OFF actuation of an oscillating means.

[Drawing 9] In the ink jet recording device of the 2nd invention, it is explanatory drawing having shown aging of the amount of meniscus back spaces of the delivery after the drop regurgitation.

[Drawing 10] In the ink jet recording device of the 2nd invention, it is explanatory drawing having shown the example which divides two or more regurgitation means into 4 blocks, and performs time-sharing actuation.

[Drawing 11] It is explanatory drawing in which the ink jet arm head and the source of ink were soon connected, and the oscillating means was installed in the source of ink and in which having shown the ink jet recording device of the 2nd invention.

[Drawing 12] In the ink jet recording device of the 2nd invention, it is explanatory drawing having shown the configuration near [which has arranged

one oscillating means near / each / the inlet connection of each nozzle and a liquid room, respectively] a nozzle.

[Drawing 13] It is explanatory drawing having shown the viscosity property of the ink used in the example of this invention.

[Description of Notations]

1 Regurgitation Means

2 Nozzle

3 Delivery

4 Liquid Room

5 Substrate

6 Nozzle Septum

7 Top Plate

8 Feed Hopper

9 Bubble

10 Fixed Bubble

11 Oscillating Means

12 Oscillating Element

13 Diaphragm

14 Source of Ink

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-216425

(43) 公開日 平成8年(1996)8月27日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 4 1 J 2/175			B 4 1 J 3/04	1 0 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平7-30786

(22) 出願日 平成7年(1995)2月20日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 稲田 源次

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

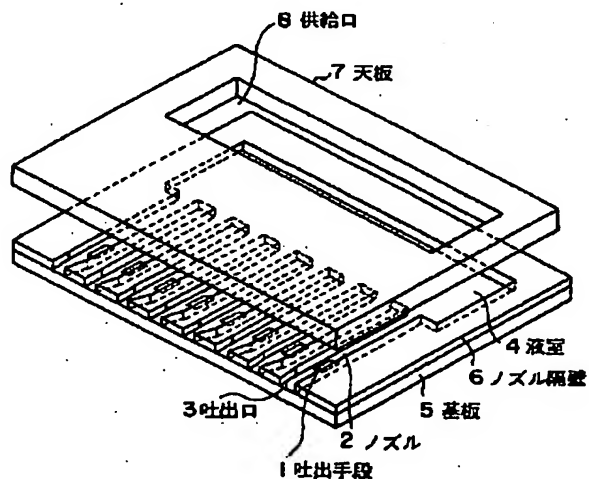
(74) 代理人 弁理士 若林 忠

(54) 【発明の名称】 インクジェット記録装置

(57) 【要約】

【目的】 印字品位が高く、安定した高速印字が可能なインクジェット記録装置を提供する。

【構成】 吐出手段およびズリ速度発生手段をノズル内に有した複数のノズル、及びこれらのノズルと連通し且つインク源からインクが供給される液室を備え、さらにこの液室へ供給されるインクの粘度がチキソトロピー性を有することを特徴とするインクジェット記録装置、および前記装置のインク移動領域付近に振動手段を設置したインクジェット記録装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 吐出手段をノズル内に有し且つズリ速度発生手段を少なくとも前記吐出手段と吐出口との間のノズル内に有した複数のノズル、及びこれらのノズルとノズル端にて連通し且つインク源からインクが供給される液室を備え、さらにこの液室へ供給されるインクの粘度が、べき乗則式：

$$\eta = k \times (\text{ズリ速度})^{(n-1)}$$

でインクのスチットロピー性を近似したとき（ k は擬塑性粘度）、ズリ速度が10～100（1/s）の範囲において構造粘度指数（ n ）が0.93以下であり且つズリ速度が500（1/s）において粘度（ η ）が10 mPa・s以下であるスチットロピー性を有することを特徴とするインクジェット記録装置。

【請求項2】 吐出手段と吐出口との間および／または吐出手段とノズル端との間のノズル内において、吐出手段の駆動時にインクのズリ速度が500（1/s）以上となる箇所が発生するように、吐出手段およびズリ速度発生手段の設定が行われている請求項1記載のインクジェット記録装置。

【請求項3】 吐出手段と吐出口との間のノズル内にズリ速度発生手段（A）を有し、且つ吐出手段とノズル端との間のノズル内にズリ速度発生手段（B）を有した請求項1又は2記載のインクジェット記録装置。

【請求項4】 ズリ速度発生手段（A）が、ノズル断面積が吐出口方向に縮小した狭窄形状である請求項3記載のインクジェット記録装置。

【請求項5】 ズリ速度発生手段（A）が、流体抵抗素子である請求項3記載のインクジェット記録装置。

【請求項6】 ズリ速度発生手段（B）が、ノズル断面積がノズル端方向に縮小した狭窄形状である請求項4記載のインクジェット記録装置。

【請求項7】 ズリ速度発生手段（B）が、ノズル断面積がノズル端方向に縮小した狭窄形状である請求項3又は5記載のインクジェット記録装置。

【請求項8】 ズリ速度発生手段（B）が、流体抵抗素子である請求項3、4又は5記載のインクジェット記録装置。

【請求項9】 吐出口と吐出手段との間のノズル断面積の変化率の最大値（ r_1 ）と、吐出手段とノズル端との間のノズル断面積の変化率の最大値（ r_2 ）との関係が、 $r_1 > r_2$ である請求項6記載のインクジェット記録装置。

【請求項10】 ズリ速度発生手段を、吐出手段と吐出口との間のノズル内にのみに有した請求項1又は2記載のインクジェット記録装置。

【請求項11】 ズリ速度発生手段が、ノズル断面積が吐出口方向に縮小した狭窄形状である請求項10記載のインクジェット記録装置。

【請求項12】 ズリ速度発生手段が、流体抵抗素子で

ある請求項10記載のインクジェット記録装置。

【請求項13】 吐出手段がヒータである請求項1～12のいずれか1項に記載のインクジェット記録装置。

【請求項14】 インク源からノズルにわたるインクの移動領域付近に、ノズル内のインクの流速を周期的に変動させる振動手段を備えた請求項3～9のいずれか1項に記載のインクジェット記録装置。

【請求項15】 振動手段が電気機械変換体である請求項14記載のインクジェット記録装置。

【請求項16】 振動手段がヒータである請求項14記載のインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はインクジェット記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 インクジェット記録装置は、インクを微小な液滴としてノズルから吐出して文字・図形等の記録を行なう装置であり、非常に精細な画像の出力かつ高速印字の手段としてすぐれた利点を有している。特に、電気熱変換体（以下「ヒータ」と表す。）等により生成したバブル（気泡）圧を用いる方法（熱インクジェット記録方法）は装置の小型化や画像の高密度化が容易であるなどの特徴を有している（特公昭61-59911号公報）。

【0003】 インクジェット記録装置による印字は、インクを液滴として吐出し、記録紙上にインクの液滴を着弾させ、その液滴が記録紙に定着することによりドットが形成される。相変化をとともなう常温固体インクを除けば、定着は記録紙への浸透と揮発成分の蒸発に依存する。この定着現象は印字の品位に非常に大きく影響する。すなわち、定着までの時間が長いと、インクが紙の繊維に沿ってひろがり、その結果、印字は輪郭がぼやけた、すなわちエッジシャープネスの低いものになってしまう。またカラー画像の印字では、異なる色の領域の隣接部において色のにじみ（ブリーディング）が発生する。この問題に対して、印字品位を改善するために、インクの浸透や蒸発の速度を大きくして定着時間を短くすることが考えられるが、この方法はあまり好ましくない。なぜならば、インクの浸透速度を大きくしすぎた場合は、インクの色材も記録紙中に浸透し易くなるため印字の濃度が低下してしまう。またインクの蒸発速度を大きくしすぎた場合は、インクジェット記録装置のノズルが詰まる危険性が増大する。

【0004】 そこで、定着時間はある程度長い、印字のエッジシャープネスが高く、ブリーディングが起りにくい系として、現在実用されているインクジェット記録装置のインク粘度（数mPa・s）より大きな値、数10mPa・s（例えば10～50mPa・s）程度の高粘度のインクを用いることが考えられている。

【0005】なお、このような高粘度のインクは、表面が金属や樹脂の被記録材に対して利用価値が高い。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、数十 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ の高粘度を有するインクを微小なノズルに供給し、常に安定に吐出させることは一般的に困難である（第1の課題）。この問題を解決するためには、吐出時には粘度が小さく、例えば数 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ であり、記録紙上への着弾後には粘度が大きく、例えば数十 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ であるインク特性が得られればよい。このための手段として以下

10 に示すような種々の方法が提案されている。

【0007】特開昭55-54368号公報に開示されているような常温固体インクを用いる方法があるが、この方法は常温液体インクの場合よりも回復系の構造が複雑になってしまう等の問題を有する。

【0008】記録インクと定着促進インクを別々に吐出させ、記録紙上で両者を反応させ定着を促進する方法が提案されている（特開昭61-249755号公報）。しかし、定着促進インクの供給系を別途設ける必要があり、さらにその促進インクの管理のためにユーザーの負担が増える等の欠点がある。

【0009】記録時に吐出口近傍のインクを加熱することで粘度を低下させる方法がある（特開昭63-170038号公報）。しかしこの方法は、吐出口近傍のインクの揮発成分の蒸発を同時に促進してしまい、インクの組成を変化させてしまう問題を有する。

【0010】第2の課題として、高粘度のインクは、吐出後のノズルへのリフィル速度がその粘性により低下するために、高速記録には不利である。

【0011】インクの供給は一般的にノズルの毛管力によってなされるが、特開昭56-129177号公報等の技術を応用し、インクの供給系に振動手段を設け、これによってインクを強制的に動かす方法が考えられる。しかしインクを単に振動あるいは脈動させても、供給系内に弁を設けない限りは、一定時間当たりのトータルのインク流量は振動の有無にかかわらずほぼ一定であるため、インクの供給を促進することはできない。

【0012】そこで本発明の目的は、上記の問題を解決し、印字品位が高く及び/又は安定した高速印字が可能なインクジェット記録装置を提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記の課題を解決するため種々の検討を重ねた結果、本発明を完成した。すなわち本発明は第1に、吐出手段をノズル内に有し且つズリ速度発生手段を少なくとも前記吐出手段と吐出口との間のノズル内に有した複数のノズル、及びこれらのノズルとノズル端にて連通し且つインク源からインクが供給される液室を備え、さらにこの液室へ供給されるインクの粘度が、べき乗則式：

$$\eta = k \times (\text{ズリ速度})^{(n-1)}$$

でインクのチキソトロピー性を近似したとき（ k は擬塑性粘度）、ズリ速度が $10 \sim 100$ （ $1/\text{s}$ ）の範囲において構造粘度指数（ n ）が 0.93 以下であり且つズリ速度が 500 （ $1/\text{s}$ ）において粘度（ η ）が $10 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下であるチキソトロピー性を有することを特徴とするインクジェット記録装置に関する。

【0014】本発明は第2に、インク源からノズルにわたるインクの移動領域付近に、ノズル内のインクの流速を周期的に変動させる振動手段を備え、吐出手段と吐出口との間のノズル内にズリ速度発生手段（A）を有し、且つ吐出手段とノズル端との間のノズル内にズリ速度発生手段（B）を有した上記第1の発明のインクジェット記録装置に関する。

【0015】本発明によれば、良好な画像品位を得ることができる比較的高粘度のインクを安定に吐出させることができ、又は/及び、ノズル内へのインクのリフィル時間を短縮させ、高速記録を行うことができる。

【0016】以下、図面を参照しながら本発明を詳細に説明する。

20 【0017】図1は、第1の発明のインクジェット記録装置のインクジェットヘッドの1例を示す説明図である。基板（5）上には吐出手段（1）に電気信号を送る電極配線を形成し（不図示）、この基板（5）にノズル隔壁（6）を配置し、天板（7）を接合する。これにより、バブルを形成する吐出手段（1）を備えた複数のノズル（2）、これらのノズルとノズル端にて接続した（連通した）液室（4）が形成される。インクはインク源から、天板（7）に開口された供給口（8）を通して液室（4）へ入り、次いで個々のノズル（2）へ供給される。供給されたインクは吐出口（3）から吐出される。

【0018】図2は、図1に示したインクジェットヘッドのノズル付近の平面図およびその断面図である。吐出手段（1）と吐出口（3）との間（以下「OH間」と表す。）では、ノズル（2）は吐出口（3）方向に向けてノズル断面積が縮小した狭窄形状を有する。すなわちテーパによる絞り形状である。一方、吐出手段（1）とノズル端との間（以下「EH間」と表す。）では、ノズル内はストレートの形状である。なおノズル端付近（ノズルと液室（4）との接続付近）には、後に説明するノズル断面積の変化部等のズリ速度発生手段（B）を設けてもよい。ノズルの各部の寸法は、吐出口断面積（ S_o ）＝ $200 \sim 1000 \mu\text{m}^2$ 、EH間のノズル断面積（ S_r ）＝ $200 \sim 3000 \mu\text{m}^2$ 、OH間の距離（ L_OH ）＝ $10 \sim 200 \mu\text{m}$ 、EH間の距離（ L_{EH} ）＝ $50 \sim 200 \mu\text{m}$ 、 $L_o = 0 \sim 60 \mu\text{m}$ 、 $L_f = 10 \sim 180 \mu\text{m}$ 、吐出手段の面積＝ $600 \sim 5000 \mu\text{m}^2$ の範囲において、インクの粘度特性も含め、流抵抗のバランスを考慮した寸法関係を選択すればよい。

50 【0019】図2では、チキソトロピー性を有するイン

クを液滴として吐出するために好適な構造をOH間に取り入れている。すなわち、吐出手段(1)と吐出口

(3)との間(OH間)のノズル内にノズル断面積が吐出口方向に縮小した狭窄形状(ズリ速度発生手段

(A))を設けることによって、OH間でより大きなズリ速度を発生させ、これによりOH間のインクの粘性による流路抵抗をEH間のインクの流路抵抗に対してより小さくし、液滴の吐出のためのエネルギー効率を高めている。

【0020】ズリ速度発生手段(A)としては、ノズル断面積が吐出口方向に縮小した狭窄形状(上記図2)の代わりに、流体抵抗素子や、メッシュ形状が均一ではないメッシュフィルターなどのインク流の攪乱手段を設けてもよい。また、これらの攪乱手段とノズル断面積が吐出口方向に縮小した狭窄形状とを併用してもよい。

【0021】ノズル断面積が吐出口方向に縮小した狭窄形状の代わりに用いるインク流の攪乱手段としては、流体抵抗素子が望ましい。この流体抵抗素子としては、例えば、LC素子と同様な構成、特殊な形状の部材をヒータの前および/または後ろに設けた構成(特開昭60-204352号公報)等が挙げられる。

【0022】ノズル断面積が吐出口方向に縮小した狭窄形状の他の例を図3に示す。このような狭窄形状であればより急激なズリ流動を得ることができるため好適である。

【0023】ズリ速度発生手段(A)の設置位置としては、図2に示すように、OH間においても吐出口付近に設置することが望ましい。

【0024】本発明においてズリ速度発生手段は、OH間およびEH間の双方のノズル内にそれぞれズリ速度発生手段(A)およびズリ速度発生手段(B)を設けてもよい。図4に、OH間とEH間の双方のノズル内にノズル断面積の変化部(ズリ速度発生手段(A)およびズリ速度発生手段(B))を設けた例を示す。ズリ速度発生手段(A)は前述と同様であり、ズリ速度発生手段

(B)はノズル断面積がノズル端方向に縮小した狭窄形状である。この場合、OH間のノズル断面積の変化率 $r_1 (= |1 - S_o/S_f| / (L_{OH} - L_f - L_o))$ をノズル断面積の変化率 $r_2 (= |1 - S_c/S_r| / (L_{EH} - L_r))$ より大きく設定することが望ましい($r_1 > r_2$)。これにより、OH間にはEH間よりも大きなズリ流動が発生するため、発生したバブル圧のうち、より大きな割合が液滴の吐出のために用いられる。なお、 S_o 、 S_f 、 S_c および S_r はそれぞれノズル断面積であり、 L_{OH} および L_{EH} はそれぞれ吐出口とヒータとの間およびヒータとノズル端との間のノズルの長さである。このような構造において、液滴の吐出後にインクがノズル内にリフィルされる際には、ズリ速度発生手段(B)が設けられたノズル端付近(ノズルと液室との接続部付近)においてインクにズリ流動が生じる。その結果、インクの

粘度が低下し、インクのリフィルが速やかに行われる。

【0025】なお、ズリ速度発生手段(B)は、ノズル断面積がノズル端方向に縮小した狭窄形状の代わりに、流体抵抗素子や、メッシュ形状が均一ではないメッシュフィルターなどのインク流の攪乱手段を設けてもよい。また、これらの攪乱手段とノズル断面積がノズル端方向に縮小した狭窄形状とを併用してもよい。なおインク流の攪乱手段としては、流体抵抗素子が好ましい。

【0026】ズリ速度発生手段(B)の設置位置としては、図4に示すように、EH間においてもノズル端付近に設置することが望ましい。

【0027】吐出口(3)からノズル端までの限られたノズル内の領域において好適なズリ速度を発生させるためには、以下の点を考慮してノズル内の形状の好ましい構成を選択する必要がある。(i)吐出手段によるインクへの付与エネルギーの大きさ、(ii)前記付与エネルギーによる吐出時の又はリフィル時のインク流動速度、(iii)前記付与エネルギーによる吐出時の又はリフィル時のノズル内の流速分布、(iv)インクのチキソトロピー性(後述の式(I)で近似される。)。例えば、上述したようにインクの主たる流れ方向へのノズル断面積の変化率を、本発明の思想に適した好適なズリ速度が発生するように選択すればよい。

【0028】インクの吐出は、吐出手段(1)により形成されるバブルがインクへ付与する圧力(以下「バブル圧」と表す。)によって行われる。発明者の検討によれば、実用的なインクジェット記録を行うためには、上記のノズル内の形状は、このバブル圧の吐出方向の圧力、すなわち吐出圧によるインクのズリ速度が500(1/s)以上となる箇所が発生するように設定することが望ましい。好ましくは800(1/s)以上であり、より好ましくは1000(1/s)以上である。

【0029】吐出手段(1)の設定は、バブル圧の吐出方向の圧力(吐出圧)によって、上記のノズル内の形状においてインクのズリ速度が500(1/s)以上となる箇所が発生するように設定することが望ましい。好ましくは800(1/s)以上であり、より好ましくは1000(1/s)以上である。例えば熱インクジェット方式(吐出手段としてヒータを用いた方式)では、吐出圧を約5MPa以上に設定することが望ましい。バブル圧は、ノズル内のインクに極めて短時間(0.1~2s)作用し、インクを吐出口方向および液室方向へ流動させる。このとき、実用的なインクジェットヘッドでは、ノズル内の最大インク流速は0.01~10.0m/s程度またはそれ以上であり、ノズル内ではインクのズリ速度が500(1/s)以上となる箇所が発生する。

【0030】バブル圧のインクへの付与時間は、記録の高速化および安定化のために短時間であることが望ましい。熱インクジェット方式においては、特に短時間であ

ることが望ましい。具体的には0.1~2 s程度が適当である。

【0031】バブル圧を上記のように設定するためには、吐出手段の形状や駆動方法を適宜設定すればよい。

【0032】吐出手段(1)は、電気熱変換体(ヒータ)が望ましい。

【0033】本発明のインクジェット記録装置に用いるインクは、インクが記録媒体に着弾しズリ速度が低下した状態で比較的高い粘度を有する必要がある。具体的には、ズリ速度が0.01(1/s)以下のとき15mP・s以上が適当であり、好ましくは20mP・s以上、より好ましくは50mP・s以上であればよい。

【0034】また、本発明のインクジェット記録装置には、非ニュートン粘度特性、具体的にはチキソトロピー性を有するインクを使用する。すなわち、べき乗則式： $\eta = k \times (\text{ズリ速度})^{(n-1)}$

でインクのチキソトロピー性を近似したとき(kは擬塑性粘度)、ズリ速度が10~100(1/s)の範囲において構造粘度指数(n)が0.93以下であり且つズリ速度が500(1/s)において粘度(η)が10mPa・s以下であるチキソトロピー性を有するインクを使用する。

【0035】本発明において、インクジェット記録に好適なインクのチキソトロピー性は、少なくともズリ速度が10~100(1/s)の範囲において、式(I)のべき乗則式で近似できる。

【0036】本発明のインクジェット記録装置において、インクの実用的な吐出状態を得るためには、インク特性は、ズリ速度が500(1/s)においてインク粘度(η)が10mPa・s以下へ低下する必要がある。好ましくは5mPa・s以下である。また本発明者の検討によれば、印字の品位を保つためには、さらに上記の条件に加え、式(I)においてズリ速度が10~100(1/s)の範囲で構造粘度指数(n)が0.93以下であるインク特性が必要である。好ましくは0.90以下、より好ましくは0.80以下である。なお、構造粘度指数(n)が小さいほど吐出時に急激な粘度の低下を実現できる。

【0037】式(I)の構造粘度指数(n)を規定する際に、ズリ速度を10~100(1/s)の範囲に限定することは、次の理由による。すなわち、本発明に好適なインクは、 10^{-2} (1/s)以下、あるいは 10^5 (1/s)以上の範囲では、粘度が実質的に各々異なる値で一定であることが見いだされた。このため、 $10^{-2} \sim 10^5$ (1/s)の範囲での粘度変化を全て(I)式で近似することは困難である。また一方、本発明に好適なインクは、図13の座標系では1~1000(1/s)の範囲でほぼリニアに粘度が減少し、さらに10~100(1/s)の範囲では、式(I)により近似できることが見いだされた。このため、10~100(1/

s)の範囲における式(I)の構造粘度指数(n)を決めることで、本発明に好適なインクのチキソトロピー性を規定することができる。

【0038】チキソトロピー性によるインクの粘度低下が液滴の吐出に与える効果について、図5を用いて説明する。チキソトロピー性を有するインクを吐出する場合は、吐出手段(1)の駆動によりバブル(9)が発生し、このときのバブル圧でインクが吐出される(図5(a))。一方、チキソトロピー性の無いインク(ニュートン粘性を有し、ズリ速度が著しく小さい場合に前記のインクと同程度の粘度を有する。)を吐出する場合は、バブル(9)は発生するが、インクの流抵抗が大きくその抵抗が低下することもないため、バブル(9)にともなって発生した微小な泡がノズル内に留まり、これらの泡が吐出の繰り返しにともない合体して固定泡(10)を形成し、この固定泡がバブル圧を吸収する(図5(b))。その結果、安定な吐出が行われなくなる。なお、図5(b)の現象は、インク組成が、例えばジエチレングリコール・色材(染料)・水からなる場合(インクR)において発生する。

【0039】本発明において好適な構造粘性をインクに付与する材料(チキソトロピー性付与剤)としては、例えば、天然多糖類およびその誘導体、タマリンド、タマリンド種子多糖類、グアーガム、キサントガム、ジュランガム、アルギン酸ナトリウム、ベントナイト、シリカ微粒子、高分子量ポリアクリルアミド、高分子量ポリエチレングリコール、ヒドロキシエチルセルロース等の水溶性セルロース誘導体等が挙げられる。また、シリコン樹脂等をマイクロエマルジョン状態としてインクに含有させてもよい。

【0040】本発明のインクの組成は、上記のチキソトロピー性付与剤、色材、水、添加剤等からなる。これらの組成比は、チキソトロピー性付与剤：0.01~2.0重量%、色材：0.3~10.0重量%、水溶性有機溶剤：5~5.0重量%、水：50~95重量%、添加剤：0.01~2.0重量%が適当である。

【0041】本発明のインクに用いられる染料としては、直接染料、酸性染料、食用色素、塩基性染料、反応性染料、建染染料等がある。本発明のインクは、これらの染料を、水を主体とする媒体に均一に溶解させた条件で使用する。これらの染料の中でも、従来から、インクジェット記録装置用インクに適用するため、高純度で製造されている酸性染料・直接染料・塩基性染料が特に好ましい。具体的な物質としては、アシッドレッド6、アシッドレッド8、アシッドレッド14、アシッドレッド27、アシッドレッド35、アシッドレッド37、アシッドレッド42、アシッドレッド52、アシッドレッド73、アシッドレッド89、アシッドレッド97、アシッドレッド154、ダイレクトレッド9、ダイレクトレッド31、ダイレクトレッド79、ダイレクトレッド8

0、ダイレクトレッド81、ダイレクトレッド225、ダイレクトレッド227、アシッドイエロー23、アシッドイエロー43、ダイレクトイエロー12、ダイレクトイエロー44、アシッドブルー9、アシッドブルー59、アシッドバイオレット49、ダイレクトブルー6、ダイレクトブルー86、ダイレクトブルー199、アシッドブラック26、ダイレクトブラック32、ダイレクトブラック38、ダイレクトブラック51、ダイレクトブラック74、ダイレクトブラック154、ダイレクトブラック168、ダイレクトブラック171、ダイレクトブラック19、フードブラック2、フードブラック1等が挙げられる。これらの染料は、2種以上を混合して用いてもよい。これらの染料以外にインクジェット記録装置用インクに用いるために新たに合成された染料ももちろん適用可能である。

【0042】本発明のインクに用いられるカーボンブラック顔料 (C. I. Pigment Black 7) としては、No. 2300、No. 900、MCF-88、No. 33、No. 40、No. 45、No. 52、MA7、MA8、MA100、No. 2200B (以上は三菱化成製)、Raven 700、Raven 5750、Raven 5250、Raven 5000、Raven 3500、Raven 1255 (以上はコロンビア製)、Regal 400R、Regal 330R、Regal 660R、Mogul L、Monarch 700、Monarch 800、Monarch 880、Monarch 900、Monarch 1000、Monarch 1100、Monarch 1300、Monarch 1400 (以上はキャボット製)、Color Black FW1、Color Black FW2、Color Black FW2V、Color Black FW18、Color Black FW200、Color Black S150、Color Black S160、Color Black S170、Printex 35、Printex U、Printex V、Printex 140U、Printex 140V、Special Black 6、Special Black 5、Special Black 4A、Special Black 4 (以上はデグッサ製) 等が挙げられる。イエローインクに使用される顔料としては、C. I. Pigment Yellow 12、C. I. Pigment Yellow 13、C. I. Pigment Yellow 14、C. I. Pigment Yellow 16、C. I. Pigment Yellow 17、C. I. Pigment Yellow 73、C. I. Pigment Yellow 74、C. I. Pigment Yellow 75、C. I. Pigment Yellow 83、C. I. Pigment Yellow 108、C. I. Pigment Yellow 109、C. I. Pigment Yellow 1

10、C. I. Pigment Yellow 180、C. I. Pigment Yellow 182等が挙げられる。マゼンタインクとして使用される顔料としては、C. I. Pigment Red 5、C. I. Pigment Red 7、C. I. Pigment Red 12、C. I. Pigment Red 112、C. I. Pigment Red 122、C. I. Pigment Red 123、C. I. Pigment Red 168、C. I. Pigment Red 184、C. I. Pigment Red 202等が挙げられる。シアンインクとして使用される顔料としては、C. I. Pigment Blue 1、C. I. Pigment Blue 2、C. I. Pigment Blue 3、C. I. Pigment Blue 15:3、C. I. Pigment Blue 16、C. I. Pigment Blue 22、C. I. Pigment Blue 60、C. I. Vat Blue 4、C. I. Vat Blue 60等が挙げられる。以上の他に、レッド、グリーン、ブルー、中間色が必要とされる場合には、以下の顔料を単独で又は混合して用いることが好ましい。上記の場合に用いられる顔料としては、C. I. Pigment Red 209、C. I. Pigment Red 224、C. I. Pigment Red 177、C. I. Pigment Red 194、C. I. Pigment Orange 43、C. I. Vat Violet 3、C. I. Pigment Violet 19、C. I. Pigment Green 36、C. I. Pigment Green 7、C. I. Pigment Violet 23、C. I. Pigment Violet 37、C. I. Pigment Blue 15:6等が挙げられる。

【0043】本発明のインクに使用可能な水溶性有機溶剤としては、保湿性に優れた溶剤として、エチレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、トリプロピレングリコール、グリセリン、1, 2, 4-ブタントリオール、1, 2, 6-ヘキサントリオール、1, 2, 5-ペンタントリオール、1, 2-ブタンジオール、1, 3-ブタンジオール、1, 4-ブタンジオール、ジメチルスルホキシド、ジアセトンアルコール、グリセリンモノアリアルエーテル、プロピレングリコール、ブチレングリコール、ポリエチレングリコール 300、チオジグリコール、N-メチル-2-ピロリドン、2-ピロリドン、γ-ブチロラクトン、1, 3-ジメチル-2-イミダゾリジノン、スルフォラン、トリメチロールプロパン、トリメチロールエタン、ネオペンチルグリコール、エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノイソプロピルエーテル、エチレングリコールモノアリアルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールモノエチルエーテ

ル、トリエチレングリコールモノメチルエーテル、トリエチレングリコールモノエチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、β-ジヒドロシエチルウレア、ウレア、アセトニルアセトン、ペンタエリスリトール、1, 4-シクロヘキサジオール等が挙げられる。また、浸透性が優れた溶剤として、ヘキシレングリコール、エチレングリコールモノプロピルエーテル、エチレングリコールモノブチルエーテル、エチレングリコールモノイソブチルエーテル、エチレングリコールモノフェニルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールモノブチルエーテル、ジエチレングリコールモノイソブチルエーテル、トリエチレングリコールモノブチルエーテル、トリエチレングリコールジメチルエーテル、トリエチレングリコールジエチルエーテル、テトラエチレングリコールジメチルエーテル、テトラエチレングリコールジエチルエーテル、プロピレングリコールモノブチルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノプロピルエーテル、ジプロピレングリコールモノブチルエーテル、トリプロピレングリコールモノメチルエーテル、グリセリンモノアセテート、グリセリンジアセテート、グリセリントリアセテート、エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート、ジエチレングリコールモノメチルエーテルアセテート、シクロヘキサノール、1, 2-シクロヘキサジオール、1-ブタノール、3-メチル-1, 5-ペンタンジオール、3-ヘキセン-2, 5-ジオール、2, 3-ブタンジオール、1, 5-ペンタンジオール、2, 4-ペンタンジオール、2, 5-ヘキサジオール等が挙げられる。

【0044】本発明のインクに用いられる添加助剤としては、界面活性剤、防腐剤、pH調整剤、消泡剤、酸化防止剤等がある。

【0045】次に、第2の発明のインクジェット記録装置について説明する。第2の発明のインクジェット記録装置は、インク源からノズルにわたるインクの移動領域付近に、ノズル内のインクの流速を周期的に変動させる振動手段を備え、吐出手段と吐出口との間のノズル内にズリ速度発生手段(A)を有し、且つ吐出手段とノズル端との間のノズル内にズリ速度発生手段(B)を有した第1の発明のインクジェット記録装置である。

【0046】図6及び図7に、第2の発明のインクジェット記録装置のインクジェットヘッドおよび振動手段の1例を示す。図6においてインクジェットヘッドは、ノズル内部の構造を除き図1に示したものと同様の構造であり、液室(4)の上部の天板(7)に振動手段(11)を設け、この振動手段(11)は、振動素子(12)を振動板(13)を介して接合する。第2の発明において、振動手段(11)の設置位置は、インクジェットヘッドの液室(4)の上部の天板(7)に設置す

ることが好ましい。図7に振動手段の好ましい設置位置を示す。これによりインクは、振動手段(11)の下部の液室領域を通過し、次いで液室(4)とノズル(2)との接続部を通過してノズル内に進入する。

【0047】振動手段(11)は、電気機械変換体またはヒータ(吐出手段のヒータと異なる。)が望ましい。

【0048】電気機械変換体としては、例えば、積層セラミック等のピエゾ素子などが挙げられる。

【0049】さらに第2の発明は、吐出手段とノズル端との間(EH間)に少なくとも1つのズリ速度発生手段(B)を備える。ズリ速度発生手段(B)としては、EH間にノズル断面積がノズル端方向に縮小した狭窄形状を設けることが望ましい。例えば前述した図4に示すように、OH間とEH間の双方にノズル断面積の変化部を設けることが望ましい。この場合、OH間のノズル断面積の変化率 $r_1 (= |1 - S_o / S_f| / (L_{OH} - L_f - L_0))$ をノズル断面積の変化率 $r_2 (= |1 - S_c / S_r| / (L_{EH} - L_r))$ より大きく設定する必要がある

($r_1 > r_2$)。これにより、OH間にはEH間よりも大きなズリ流動が発生するため、バブル圧のより大きな割合が液滴の吐出のために用いられる。なお、 S_o 、 S_f 、 S_c および S_r はそれぞれノズルの断面積であり、 L_OH および L_{EH} はそれぞれ吐出口とヒータとの間およびヒータとノズル端との間のノズルの長さである。

【0050】ズリ速度発生手段(B)は、ノズル断面積がノズル端方向に縮小した狭窄形状の代わりに、流体抵抗素子や、メッシュ形状が均一ではないメッシュフィルターなどのインク流の攪乱手段を設けてもよい。また、これらの攪乱手段とノズル断面積がノズル端方向に縮小した狭窄形状とを併用してもよい。なおインク流の攪乱手段としては、流体抵抗素子が好ましい。

【0051】ズリ速度発生手段(B)の設置位置としては、図4に示すように、EH間においてもノズル端付近に設置することが望ましい。

【0052】以上の構造において、液滴の吐出後にインクがノズル内にリフィルされる際には、ズリ速度発生手段(B)が設けられたノズル端付近(ノズルと液室との接続部付近)においてインクにズリ流動が生じる。その結果、インクの粘度が低下し、インクのリフィルが速やかに行われる。

【0053】次に、第2の発明のインクジェット記録装置の駆動について図8および図9を用いて説明する。図8は、振動手段のON/OFF駆動によるインクの振動状態を示した説明図である。図9は、液滴吐出後の吐出口のメニスカス後退量の経時変化を示した説明図である。説明を簡単にするため、複数の吐出手段を振動数 f_{op} の間隔で同時に駆動した場合を示すが、後に記述する時分割駆動の場合にも適用できる。

【0054】図8において振動手段(11)は、吐出手段(1)のON/OFF駆動のタイミング(例えば f_{op}

=0.5kHz)に所定の位相で同期させて駆動制御を行う。振動手段が電気機械変換体の場合、振動手段は、天板(7)を介して液室内のインクを、例えば約4kHzの周期でほぼ正弦波で流動するように設定する。

【0055】吐出手段(1)に駆動信号が印加されると液滴が吐出する。その後、振動手段(11)を図8のタイミングで駆動すると、吐出後にノズル毛管力によってノズル内に向うインク流に振動が重調され、このインク流が脈動流となる。振動手段の駆動は1~10μsの短パルスの反復により行われ、非吐出時(吐出手段のOFF時)において図8に示すようなインクの振動が発生する。なお、図8では吐出信号の印加(吐出手段の駆動)と同時に振動手段を駆動していないが、これは液滴形成時のメニスカス振動による液滴形状への影響を避けるためである。

【0056】液滴吐出後の吐出口のメニスカス後退量は、振動手段(11)を駆動しない場合は図9(a)のように経時変化する。一方、上記のように振動手段を駆動させてリフィル時のインク流を脈動させた場合は、図9(b)に示すように、より短時間でのリフィルが可能となる。

【0057】リフィル時間が短縮する上記の効果の発生メカニズムは次のように説明できる。インクのリフィル時に液室とノズルとの接続部ではインクにズリ流動が発生するが、この時インクの流れを強制的に脈動させることによってこの接続部でのズリ速度はいっそう増大する。その結果、チキソトロピー性によるインクの粘度低下が加速され、リフィル時の流抵抗が減少し、速やかにリフィルが達成される。また、リフィルの開始直前ではインク流が停止し、インク粘度が局部的に約30mPa・sまで上昇するため、振動手段を設けない場合はこの粘度上昇がリフィルの障害となることが考えられるが、本発明の振動手段によればインク粘度を低下させ、強制的にリフィルを開始することができる。

【0058】振動手段の設定は、インク源からノズルへのインク供給時にインクに振動を与えることで、インクのズリ速度が500(1/s)以上となる箇所が生じるように設定することが望ましい。好ましくは800(1/s)以上であり、より好ましくは1000(1/s)以上である。インクに付与する振動は、ズリ速度の発生部でのインクの流速を周期的に変動させるものであれば、正弦波状の振動以外であってもよい。また振動手段の駆動のタイミングは、振動手段の駆動にともなう吐出口のメニスカス振動による液滴形状への影響が無視できるならば、吐出手段の駆動と同時に振動手段を駆動するか、または吐出手段の駆動後きわめて短い時間の経過後に振動手段を駆動してもよい。

【0059】複数の吐出手段を4ブロックに分けて時分
インクA: KELZAN T

(三洋化成工業製のキサンタンガム)

割駆動を行う例を図10に示す。いずれのブロックにおいてもインクに脈動を付与するためには、振動手段の駆動周波数(f1)を、 $f1 > f_{op} \times Nb$ (Nbはブロック数)とすることが望ましい。さらに安定な液滴の形成のためには、いずれのブロックにおいても液滴の吐出と脈動の位相をそろえる目的で次の式(II)を満たすことが望ましい。

$$【0060】 f1 = i \times f_{op} \times Nb \quad (II)$$

Nbはブロック数、iは2以上の整数である。

【0061】振動手段(11)の設置位置は、インク源(14)からインクジェットヘッドまでの供給路の流抵抗が小さい場合あるいはその供給路においてインク振動の減衰が小さい場合には、振動手段(11)をインク源(14)に設置してもよい。例えば図11に示すようにインクジェットヘッドとインクタンク(インク源(14))が直接に接続される場合は、振動手段(11)をインクタンク(インク源(14))に設けることで装置の小型化・コンパクト化が可能になる。

【0062】また、振動手段の他の設置位置として、個々のノズルの近傍に振動手段をそれぞれ設けてもよい。例えば図12においては、各ノズルと液室との接続部付近にそれぞれ振動手段としてのヒータを1個ずつ配置している。このとき1個の振動手段の駆動は、1個のノズルへのインクの供給に対応して行えばよく、振動手段としてのヒータは高速駆動に耐える構造でなくてもよい。なお図12のような構造では、式(II)のNbは、1個の振動手段が脈動を作用すべき駆動ブロックの数とすればよい。

【0063】

【実施例】以下、本発明を実施例によりさらに説明するが、本発明はこれらに限定するものではない。

【0064】実施例1

図2に示すようにノズル内の構造を形成し、振動手段(1)としてヒータを用い、図1で示される熱インクジェットヘッドを作製した。すなわち、吐出手段(1)としてのヒータと吐出口(3)との間(OH間)では、ノズルは吐出口方向に向けてノズル断面積が縮小した狭窄形状を有する。すなわちテーパによる絞り形状である。一方、吐出手段(1)とノズル端との間(EH間)では、ノズル(2)内はストレートの形状である。各部の寸法は、吐出口の断面積(S_o)=400μm²、EH間のノズル断面積(S_r)=2000μm²、OH間の長さ(LOH)=80μm、EH間の長さ(LEH)=150μm、 $Lo=12$ 、 $Lf=60$ 、ヒータの面積=3700μm²とした。

【0065】本実施例で用いたインクは、インクAとして次の組成とした。

【0066】

0.03部

ダイレクトブルー199
ジェチレングリコール
水

インクAの非ニュートン特性(チキソトロピー性)を図13に示す。インクAは、ズリ流動が十分に小さい場合、その粘度は約30mPa・sである。一方、1000~10000(1/s)のズリ流動を付与した場合、その粘度は約2~3mPa・sである。このようなチキソトロピー性は式(1)で近似できる。図13において、粘度が急変するズリ速度の範囲(10~1000

(1/s))では、式(1)のn値は0.67であった。
【0067】なお図13において、ズリ速度が0.1(1/s)以下または10000(1/s)以上の範囲では、インクAの粘度特性曲線の勾配は緩やかであり、すなわち構造粘度指数(n)が1.0に近くなり、10~1000(1/s)での指数(n)より大きな値となっている。本発明のポイントは、ズリ速度の増加に対してインク粘度が大幅に低下する性質を利用することであるため、適用するインクを、図13の粘度特性曲線のようにズリ速度の増大に対してその勾配が顕著に大きくなる粘度特性を有するものに限定することは重要であ

インクB: アエロジル300

(日本アエロジル製のシリカ微粒子)

ダイレクトイエロー86
エチレングリコール
水

実施例3

インクAを以下の組成を有するインクCに代えた以外は実施例1と同様にしてインクジェット記録装置を作製

インクC: ベントナイト

ダイレクトブラック17
N-メチルピロリドン
エチレングリコール
水

実施例4

図4に示すようにノズル内の構造を形成し、振動手段(1)としてヒータを用い、図1で示される熱インクジェットヘッドを作製した。すなわち、OH間とEH間の双方にノズル断面積の変化部を設けた。この場合、OH間のノズル断面積の変化率 $r_1 (= |1 - S_o / S_f| / (L_{OH} - L_f - L_o))$ をノズル断面積の変化率 $r_2 (= |1 - S_c / S_r| / (L_{EH} - L_r))$ より大きく設定した。なお、 S_o 、 S_f 、 S_c および S_r はそれぞれノズルの断面積であり、それぞれ $S_o = 360 \mu m^2$ 、 $S_f = 1600 \mu m^2$ 、 $S_r = 1600 \mu m^2$ 、 $S_c = 500 \mu m^2$ とした。また、 L_{OH} および L_{EH} はそれぞれ吐出口とヒータとの間およびヒータとノズル端との間のノズルの長さであり、それぞれ $L_{OH} = 40 \mu m$ 、 $L_{EH} = 50 \mu m$ とした。その他の長さとして、 $L_o = 10 \mu m$ 、 $L_f = 15 \mu$

2.8 部
22.1 部
75.1 部

＊る。

【0068】ヒータは、バブル圧による吐出圧が5MPa以上になるように設定した。本実施例では、500(μs)ごとに約40p1(ピコリットル)の液滴が8m/sの飛翔速度で吐出したことから、液滴形成およびリフィルの際にノズル内に生ずるインクのズリ速度は、ノズルの中心軸及びノズル内壁のそれぞれの近傍を除く領域において概算で約1000(1/s)以上と推測された。したがって図13からインクAの粘度は、通常使用されているインクの粘度2~5mPa・sと同等あるいはそれ以下まで低下しており、安定かつ速やかな液滴形成およびリフィルが可能となっている。その結果、安定した高速印字が可能であり、印字は高品位であった。

【0069】実施例2

インクAを以下の組成を有するインクBに代えた以外は実施例1と同様にしてインクジェット記録装置を作製し、記録を行った。結果として、実施例1と同様な効果が得られた。

【0070】

2 部

2.5 部

20 部

76 部

※し、記録を行った。結果として、実施例1と同様な効果が得られた。

【0071】

1.5 部

2.3 部

15 部

15 部

66.2 部

m、 $L_r = 20 \mu m$ とした。ヒータの形状は実施例1と同様とし、ヒータ面積は $2400 \mu m^2$ とした。

【0072】上記のインクジェットヘッドに振動手段

(11)を図6および図7に示すように設置した。この振動手段(11)は、振動素子(12)を振動板(13)を介して接合する。この振動手段(11)の設置位置は、インクジェットヘッドの液室上部の天板(7)に接合した。このときインクは、振動手段(11)の下部の液室領域を通過し、次いで液室(4)とノズル(2)との接続部を通過してノズル内に進入する。

【0073】振動手段(11)としては、電気機械変換体を用いた。

【0074】記録液としては、チキソトロピー性を有するインクAを用いた。

【0075】本実施例のインクジェット記録装置の駆動

は、図8および図9に示すように行った。図8は、振動手段のON/OFF駆動によるインクの振動状態を示した説明図である。複数の吐出手段を振動数 f_{op} の間隔で同時に駆動した場合を示す。図9は、液滴吐出後の吐出口のメニスカス後退量の経時変化を示した説明図である。

【0076】振動手段(11)は、吐出手段(1)であるヒータのON/OFF駆動のタイミング($f_{op}=0.5\text{kHz}$)に所定の位相で同期させて駆動制御を行った(図8)。振動手段(11)は、天板(7)を介して液室内のインクを約 4kHz の周期でほぼ正弦波で流動するように設定した(図8)。

【0077】吐出手段(1)に駆動信号が印加されると液滴が吐出する。その後、振動手段(11)を図8のタイミングで駆動すると、吐出後にノズル毛管力によってノズル内に向うインク流に振動が重調され、このインク流が脈動流となる。振動手段の駆動は $1\sim 10\mu\text{s}$ の短パルスの反復により行い、非吐出時(吐出手段のOFF時)において図8に示すようなインクの振動が発生した。

【0078】液滴吐出後の吐出口のメニスカス後退量は、振動手段(11)を駆動しない場合は図9(a)のように経時変化した。一方、上記のように振動手段を駆動させてリフィル時のインク流を脈動させた場合は、図9(b)に示すように、より短時間でのリフィルが可能となった。振動手段を駆動した場合のリフィル時間は、およそ $1.3\sim 1.5\text{ms}$ であり、振動手段を駆動しない場合のリフィル時間は、およそ $1.8\sim 1.9\text{ms}$ であった。これにより安定した高速印字が可能となり、印字は高品位であった。

【0079】本実施例の装置を用いてさらに、複数の吐出手段を4ブロックに分けて時分割駆動を行った。図10にその説明図を示す。いずれのブロックにおいてもインクに脈動を付与するため、振動手段の駆動周波数(f_1)を、 $f_1 > f_{op} \times N_b$ (N_b はブロック数)に適合するように設定した。さらに、いずれのブロックにおいても液滴の吐出と脈動の位相をそろえる目的で式(II)を満たすように f_1 を設定した。前記の場合と同様に、安定した高速印字が可能であり、印字は高品位であった。

【0080】

【発明の効果】本発明の第1のインクジェット記録装置は、液滴形成時にはその吐出が容易に行われる程度に粘度が低く、液滴が記録紙上に着弾した後はブリーディングや好ましくないインクの流動が生じない程度に粘度が高いインクの粘度特性が得られ、印字品位が高い記録が可能となる。

【0081】本発明の第2のインクジェット記録装置は、インク源からノズルへのインク供給時にインクに脈動を付与することで、チキソトロピー性によりインクの流動中の平均粘度を低下させ、供給系の流抵抗を低減で

きる。これによりノズル内へのインクのリフィルに要する時間が短縮され、より高速な記録が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のインクジェット記録装置のインクジェットヘッドの1例を示した説明図である。

【図2】図(a)は図1に示したインクジェットヘッドのノズル付近の平面図(天板(7)を除く)であり、図(b)は図(a)のA-A線断面図である。

【図3】図(a)は本発明のインクジェット記録装置のノズル形状を示した平面図(天板(7)を除く)であり、図(b)は図(a)のA-A線断面図である。

【図4】図(a)は本発明のインクジェット記録装置のノズル形状を示した平面図(天板(7)を除く)であり、図(b)は図(a)のA-A線断面図である。

【図5】チキソトロピー性によるインクの粘度低下が液滴の吐出に与える効果を示した説明図である。

【図6】第2の発明のインクジェット記録装置のインクジェットヘッドおよび振動手段の1例を示した説明図である。

【図7】第2の発明のインクジェット記録装置において、振動手段(11)の好ましい設置位置を示した図6のA-A線断面図である。

【図8】第2の発明のインクジェット記録装置において、振動手段のON/OFF駆動によるインクの振動状態を示した説明図である。

【図9】第2の発明のインクジェット記録装置において、液滴吐出後の吐出口のメニスカス後退量の経時変化を示した説明図である。

【図10】第2の発明のインクジェット記録装置において、複数の吐出手段を4ブロックに分けて時分割駆動を行う例を示した説明図である。

【図11】インクジェットヘッドとインク源とが直に接続され、そのインク源に振動手段が設置された第2の発明のインクジェット記録装置を示した説明図である。

【図12】第2の発明のインクジェット記録装置において、各ノズルと液室との接続部付近にそれぞれ振動手段を1個ずつ配置したノズル付近の構成を示した説明図である。

【図13】本発明の実施例で用いたインクの粘度特性を示した説明図である。

【符号の説明】

- 1 吐出手段
- 2 ノズル
- 3 吐出口
- 4 液室
- 5 基板
- 6 ノズル隔壁
- 7 天板
- 8 供給口
- 9 バブル

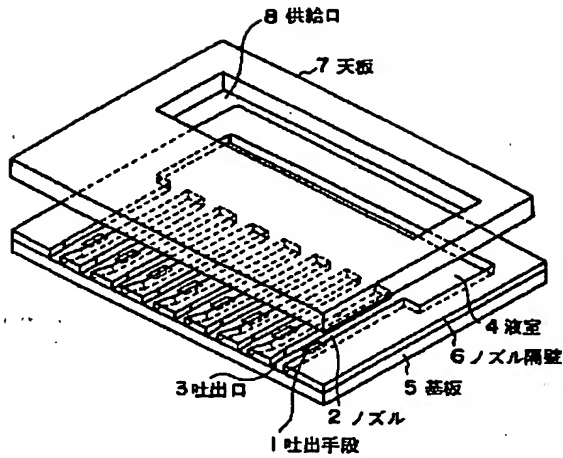
19

20

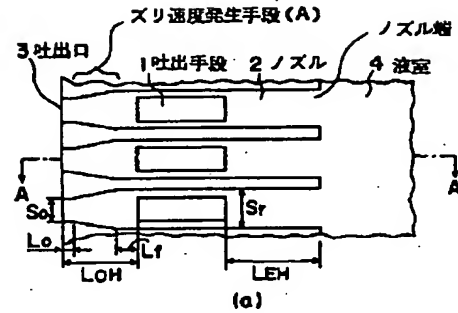
- 10 固定泡
11 振動手段
12 振動素子

- 13 振動板
14 インク源

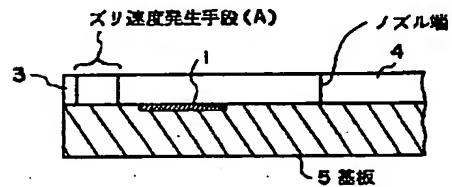
【図 1】



【図 2】

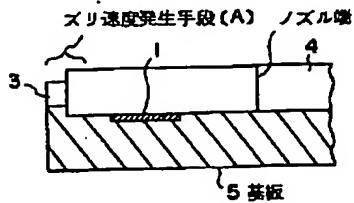
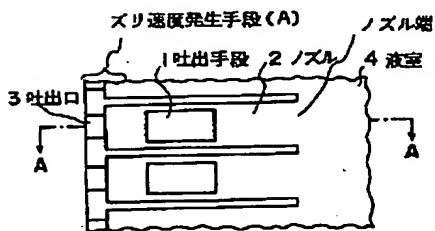


(a)

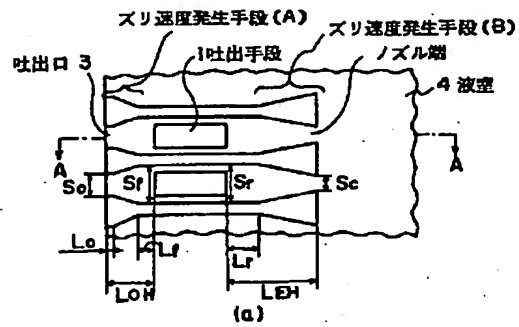


(b)

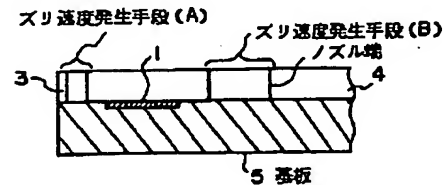
【図 3】



【図 4】

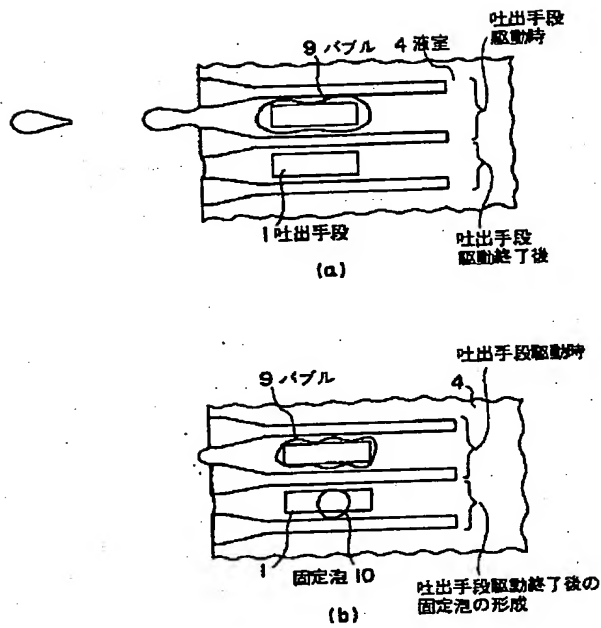


(a)

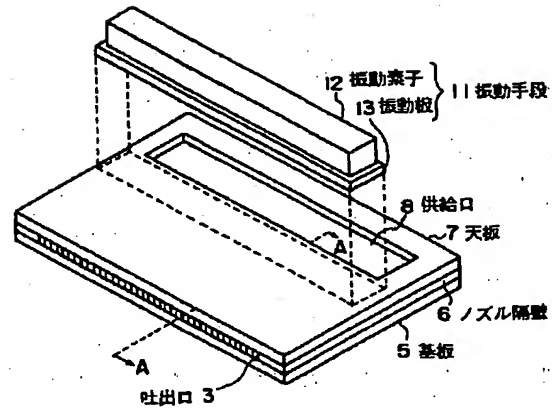


(b)

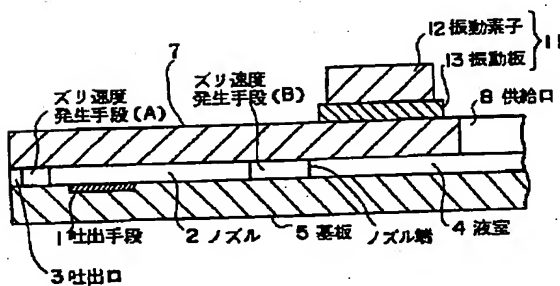
【図5】



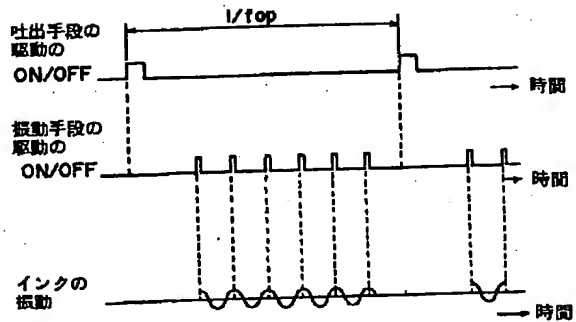
【図6】



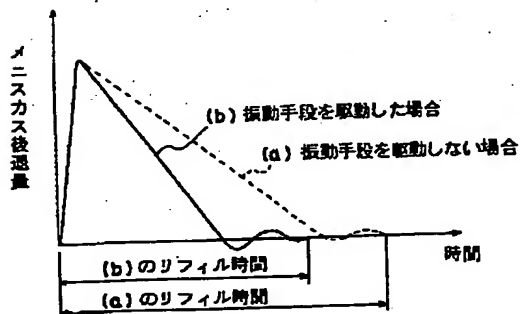
【図7】



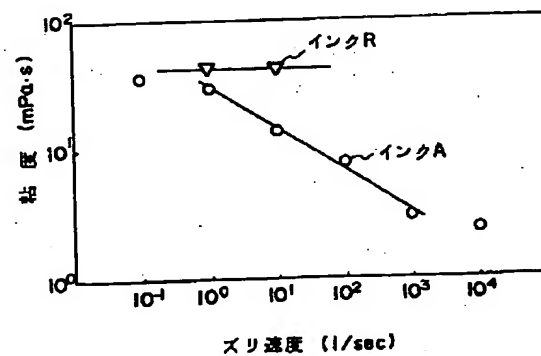
【図8】



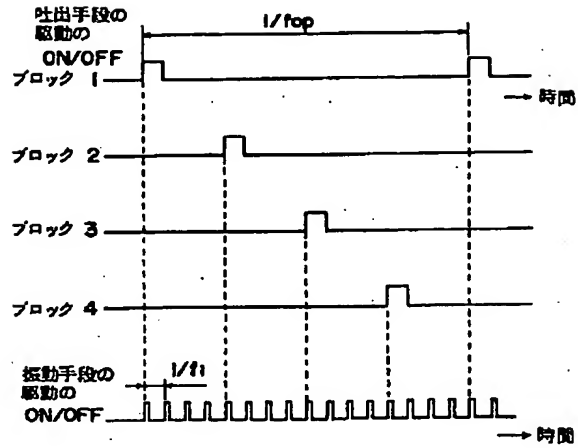
【図9】



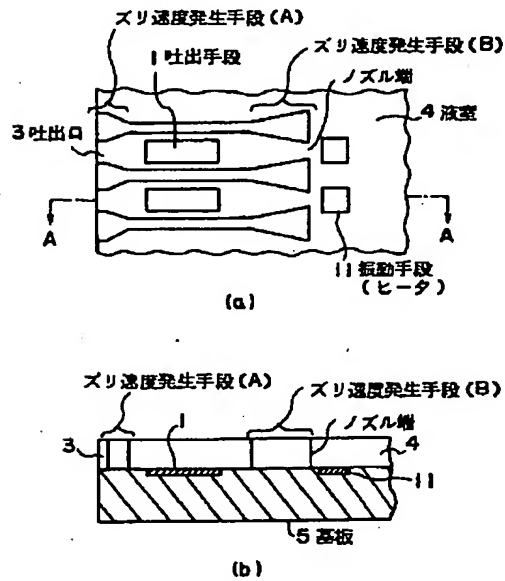
【図13】



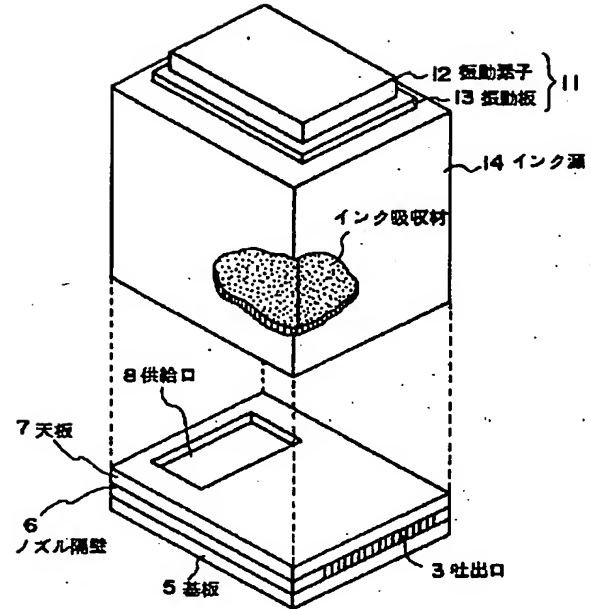
【図10】



【図12】



【図11】



【手続補正書】

【提出日】平成7年6月8日

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図3】

(14)

特開平 8-216425

